

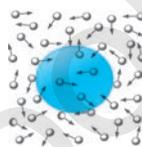
ФИЗИКА

Китоби дарсӣ барои донишомӯзони синфи 9-уми мактабҳои таълими миёнаи умумӣ

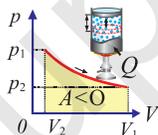
Мутобиқи наشري сеюми такмилёфта

Вазорати таълими Халқи Республикаи Ўзбекистон ба нашр тавсия намудааст

**АСОСҲОИ НАЗАРИЯИ
МОЛЕКУЛАВҲИ-
КИНЕТИКИИ
СОХТИ МОДДА**



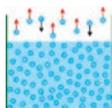
**ЭЛЕМЕНТҲОИ
ТЕРМОДИНАМИКА**



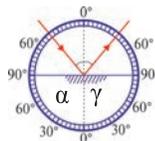
МУҲАРРИКҲОИ ҲАРОРАТӢ



**ХОСИЯТИ ЧИСМҲОИ
САХТ ВА МОЕЪ**



ОПТИКА



Хонаи эҷодии таъбу наشري ба номи Ғафур Ғулом
Тошканд- 2019

Муаллифон: **П. Ҳабибуллаев, А. Бойдедаев**

А. Бахромов, К. СУЯРОВ, Ҷ. УСАРОВ, М. ЮЛДАШЕВА

Мухариррири махсус :

К. Турсунметов – доктори фанҳои физ-мат, профессори донишгоҳи
Миллии Ўзбекистон.

Муқарризон:

- А.Т. МАМАДАЛИМОВ** – доктори фанҳои физика математика, академики А.Ф. РЎз;
М. ҶЎРАЕВ – профессори ДПДТ ба номи Низомӣ, доктори фанҳои педагогика;
Э. ХЎҶАНОВ – муаллими “Кафедраи бозомӯзи физика ва астрономия”,
ДОДТ;
З. САНГИРОВА – методисти фанни физика, шўъбаи “фанҳои аниқ ва табиӣ,
МТР;
Ш. СОДИҚОВА – Муаллимаи кафедраи “Физикаи умумӣ” доктори фанҳои
фалсафаи ДМЎз
В. САИДХЎҶАЕВА – Муаллимаи фанни физикаи мактаби рақами 5 -и ноҳияи
Пискенти, вилояти Тошканд, ходими шоистаи халқии
Ўзбекистон.
М.САИДАРИПОВА – Муаллимаи фанни физикаи мактаби рақами 63-и ноҳияи
Юнусобод;
Э. ҶУМАНИЁЗОВ – Муаллимаи фанни физикаи мактаби рақами 8-и, ноҳияи
Сергилий.

Аломатҳои шартӣ

 – эътибор диҳед ва дар хотир доред.

 – ба саволҳо ҷавоб диҳед.

 – дар ёд доред!

 – масъаларо ҳал кунед.

 – супоришҳои амалиро иҷро кунед ва ба дафтаратон нависед.

* – масъалаҳое, ки роҳи ҳаллашон нисбатан душвортар аст.

Ас ҳисоби маблағҳои Бунёди мақсадноки китоби Республика чоп шудааст.

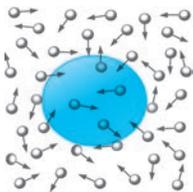
Ҳабибуллаев. П.

Физика. Китоби дарсӣ барои синфи 9-уми мактабҳои таълими миёнаи умумӣ / Ҳабибуллаев. П. [ва диг.] – Тошкент: хонаи эҷодии таъбу нашри ба номи Ғафур Ғулум, 2019. –176 саҳ.

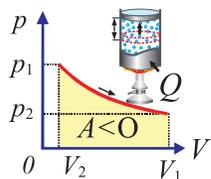
УЎК 372.853(075)
КБК 22. 3 я 72

ISBN 978-9943-5551-6-7

© Хонаи эҷодии таъбу нашри ба номи
Ғафур Ғулум, 2019



ФИЗИКАИ МОЛЕКУЛАВӢ ВА АСОСӢОИ ТЕРМОДИНАМИКА



Физикаи молекулаҳо ва термодинамика яке аз қисмҳои физика буда, дар он вобастагии хосиятҳои физикии ҷисм ба рӯйдоди ҷараёнҳои байни зарраҳои бешумори онро ташкилдиҳанда вобаста карда омӯхта мешавад.

Доираи масъалаҳои омӯзиши физикаи молекулаҳо ва термодинамика басо васеъ буда дар он:

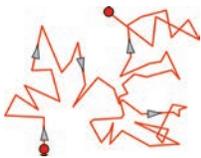
- сохти моддаҳо;
- хосиятҳои физикии ҳолатҳои гуногуни модда;
- қонуниятҳои аз як ҳолат ба ҳолати дигар гузаштани модда;
- ҳодисаҳои сатҳии модда, ҳодисаҳои дар сарҳади ду модда содиршаванда;
- ҳаракати зарраҳои моддаро ташкилдиҳанда ва сабабҳои ба вучуд омадани таъсири мутақобили қувваҳоро меомӯзад ва фаҳмонида медиҳад.

Мавриди омӯзиши физикаи молекулаҳо ва термодинамика аз методҳои статистикӣ ва термодинамикӣ истифода мебаранд.

1. Методи статистикӣ. Калимаи «статистика» маънои «ҳисобкунӣ», «умумикунӣ»-ро мефаҳмонад. Дар методи статистикӣ на ҳаракати ҳар як зарраи модда, балки ҳаракати миёнаи натиҷавии онҳо омӯхта мешавад. Масалан, суръати миёнаи молекулаҳо, қимати миёнаи энергияи кинетикии онҳо ва ғайраҳо. Ҳаракати миёнаи натиҷавии зарраҳо дар асоси қонуниятҳои ҳаракати зарраҳои алоҳида муайян карда мешавад. Методи статистикӣ ба назарияи сохти молекулавӣ- кинетикии моддаҳо асос карда гирифта шудааст.

2. Методи термодинамикӣ. Калимаи «термодинамика» аз калимаҳои «термо» - гармӣ ва «динамика» - «қувва», «ҳаракат» гирифта шудааст. Дар методи термодинамикӣ ҳолати моддаи омӯхтаи стода бо параметрҳои термодинамикӣ мисли ҳарорат, фишор ва ҳаҷм аниқ карда мешаванд.

Дар омӯзиши физикаи молекулаҳо ин ду методҳои статистикӣ ва термодинамикӣ якдигарро пурра мекунанд. Ин методҳо дар омӯзиши сохти моддаҳои дар ҳолатҳои газӣ, моеъӣ ва сахтӣ буда, инчунин ҷараёнҳои дар онҳо ба амал оянда истифода бурда мешаванд.



БОБИ I

АСОСҶОИ НАЗАРИЯИ МОЛЕКУЛАВӢ-КИНЕТИКИИ СОХТИ МОДДАҶО

§ 1. НАЗАРИЯИ МОЛЕКУЛАВӢ-КИНЕТИКИИ СОХТИ МОДДА

Ба таълимоти оиди сохти модда бори нахуст аз тарафи файласуфи юнон Демокрит, ки дар асри 4-5 пеш аз мелод зиндагӣ кардааст, асос гузоштааст. Демокрит дар асарҳои худ барои омӯзиши ҳодисаҳои табиат зарур будани омӯхтани сохти дохилии ҷисмҳоро таъкид намудааст. Ба фикри он тамоми моддаҳо аз заррачаҳои хурд ташкил ёфтаанд. Шумо маълумот оиди заррачаи хурдтарини моддаро атом номидани он дар синфи 6 шинос шудаед.



Назарияе, ки сохти моддаҳо ва хосиятҳои онро ва ҳаракати молекулаҳои онро ташкилдода, инчунин ба мавҷудияти қувваҳои таъсири мутақобили онҳо вобаста меомӯзад назарияи молекулавӣ-кинетикӣ (НМК) номида мешавад.

Назарияи молекулавӣ-кинетикӣ сохти модда аз асри XVIII сар карда ба сифати назарияи муқаммал ба инкишофёбӣ сар намуд. Дар инкишофёбии назарияи молекулавӣ-кинетикӣ олимони рус М. В. Ломоносов, Д.И. Менделеев, олимони англис Д. Далтон, Ч. Максвелл, олими немис О. Штерн, физики австриягӣ Л. Болтсман, олими италиявӣ А. Авогадро ва дигарон саҳми худро гузоштаанд.

Назарияи молекулавӣ-кинетикӣ ба се қоидаи дар таҷрибаҳо исбот ёфта асос карда шудааст:

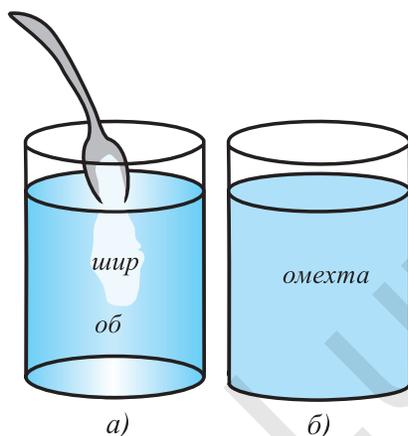


- 1. Моддаҳо аз зарраҳо – атом ва молекулаҳо ташкил ёфтаанд.**
- 2. Атом ва молекулаҳо беист ва бетартибона ҳаракат мекунанд.**
- 3. Байни атом ва молекулаҳо қувваҳои мутақобили ҷозиба ва теладиҳӣ мавҷуд аст.**

Ин қоидаҳо дар мисоли амалии зерин аниқ зоҳир гаштаанд.

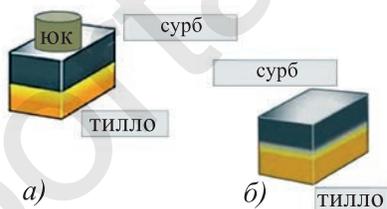
1. Ба яке аз қанори хона атр пошида шавад, ба қанори дигаре ҳам бӯион расида меояд. Ин бӯй аз молекулаҳои атр ташкил ёфтааст. Дар натиҷаи беист ва бетартиб ҳаракат қардани молекулаҳои атр ба хона паҳн мешавад. То ба мо расида омадани бӯи атр вақти маълум мегузарад. Ба ин сабаб – молекулаҳои атр дар роҳи худ бо адади бешумори молекулаҳои ҳаво бармехӯрад ва самти ҳаракати худро бисёр маротиба тағйир медиҳад.

2. Агар ба болои стакани об як қошук шир резем, об ва шир бо зудӣ омехта намешавад (расми 1, а). Барои омехташавии онҳо вақти муайян мегузарад (расми 1, б). Байни ҳам омехташавии шир ва об онҳо аз зарраҳо ташкил ёфтанишон, ин зарраҳо бетартиб ва беист дар ҳаракат буданишонро нишон медиҳад. Ҳангоми омехташавӣ гузашти вақт бошад, байни ҳам таъсир намуда ҳаракат кардани зарраҳоро ифода мекунад.



Расми 1.

3. Сатҳҳои металлҳои тилло ва сурбро суфта намуда, болоиҳам ҷойгир карда ба болои онҳо бори вазнин гузоштанд (расми 2, а). Пас аз панҷ сол бори болои металлҳоро гирифтанд ва ба якдигар часпида мондани онҳоро мушоҳида намуданд. Атомҳои тилло ба дохили моддаи сурб, атомҳои сурб бошад, ба дохили моддаи тилло тахминан 1 мм дохил шуда рафтанишон маълум гашт (расми 2, б). Омехташавии моддаҳои тилло ва сурб ҷисмҳои саҳт ҳам аз зарраҳо ташкил ёфтанишонро нишон медиҳад. Суст омехташавии зарраҳои ҷисмҳои саҳт бошад, қувваи таъсири мутақобили зарраҳои металл нисбат ба моеъ ва газҳо қавитар буданишонро ифода мекунад.



Расми 2.

Ҳаракати Броунӣ

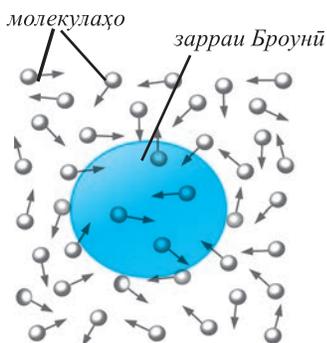
Таҷрибае, ки ҳаракати бетартибонаи молекулаҳои дар модда бударо тасдиқ мекунад ботаники англис Роберт Броун соли 1827 мушоҳида кардааст. Броун ба болои об чанги гули рустани (spora-тухм) пошида дар микроскоп мушоҳида намуд. Броун ҳаракати беист ва бетартиби чанги гули рӯи обро дида, ҷонзоди майда ҳаёл намуд. Барои муайян кардани чизи ҳаракатнок ва сабабҳои он Броун як қатор таҷрибаҳо гузаронид. Дар асоси таҷрибаҳо дар табиат бефосила ва бетартиб хаотик ҳаракат намудани зарраҳоро аниқ намуд. Ин гуна ҳаракат номи ҳаракати Броуниро гирифт.



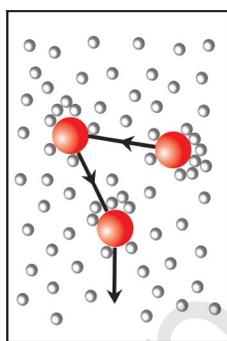
Ҳаракати бефосила ва бетартибонаи зарраҳо дар моеъ ё газҳо ҳаракати хаотикӣ номида мешавад.

Калимаи «хаотик» аз калимаи латинии «хаос» гирифта шуда, маънои «бетартиб»-ро мефаҳмонад. Сабаби ба вуҷуд омадани ҳаракати Броунӣ дар асоси назарияи молекулавӣ - кинетикӣ чунин фаҳмонида мешавад. Аз тарафи Алберт Эйнштейн соли 1905 назарияи молекулярӣ-

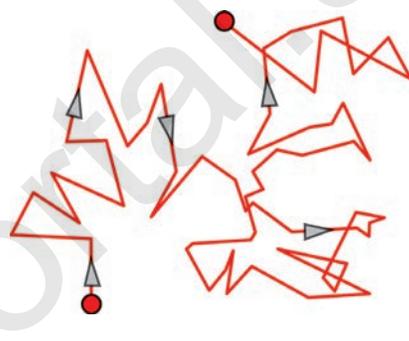
кинетикии ҳаракати Броунӣ офарида шудааст. Ба чанги гули дар моеъ муаллақ буда, (зарраи Броунӣ) молекулаҳои модда бефосила ва бетартиб бархӯрда меистанд. Агар ченаки зарраи Броунӣ аз 1 микрометр калон бошад, зарбаи қувваҳои ба он аз ҳар тараф бархӯрдаистода зарраро ба ҳаракат оварда наметавонад (расми 3). Ченаки зарраи Броунӣ дар атрофи 1 нанометр бошад, адади молекулаҳои ба он аз як тараф бархӯранда аз адади молекулаҳои аз тарафи дигар бархӯранда фарқ мекунад. Қувваи натиҷавии ба зарраи Броунӣ таъсиркунанда зарраро ба ҳаракат меорад (расми 4). Бинобар ин, ҳаракати Броунӣ дар натиҷаи зарбаи бефосилаи молекулаҳои муҳите, ки дар он зарра муаллақ аст ба амал меояд.



Расми 3.



Расми 4.



Расми 5.

Ҳаракати Броунӣ мавриди омӯзиши сохти моддаҳо дорои аҳамияти калон шуд. Ҳаракати Броунӣ бидуни ҳаракати бетартибонаи молекулаҳо, моддаҳо аз молекулаҳо ташкил ёфтаниро ҳам тасдиқ мекунад.

Физиқи фаронса Жан Перрен дар таҷриба омӯхта, дар фосилаҳои баробари вақт ҳолати зарраҳои ҳаракат қараистодаро ба расм гирифтааст. Дар ин траекторияи зарраи Броунӣ чун дар расми 5 тасвирёфта аз хатҳои шикасти дарозихоҷашон гуногун иборат будааст. Соли 1928 ба Ж Перрен барои исботи таҷрибавии аз молекулаҳо ташкил ёфтани моддаҳо мукофоти Нобелӣ дода шуд.



Ҳаракати Броунӣ аз ҳаракати беист ва бетартиб иборат аст. Траекторияи ҳаракати Броунӣ аз хатҳои шикастаи мураккаб ташкил ёфтааст. Ҳаракати Броунӣ ба андозаи зарра вобаста аст.



1. Чӣ гуна таҷрибаҳо қоидаҳои асосии назарияи молекулавӣ-кинетикии сохти моддаро тасдиқ мекунад?
2. Сабаби рӯйдоди ҳаракати Броуниро фаҳмонида диҳед.
3. Аз чӣ сабаб қисмҳои қалами ду тақсимшударо аз нав бо якдигар пайваستا наметавонем?
4. Зарраҳои қисмҳои саҳт ҳам беист ва бетартиб ҳаракат мекунанд. Барои чӣ қисмҳои саҳт пош хӯрда намераванд?



Мушоҳидаи ҳаракати Броунӣ. Чароғи хонаи хобатонро хомӯш намуда, бо ёрии фонус шуоъи нурӣ ҳосил кунед. Порчаи ягон маторо дар роҳи рафти нур афшонед. Дар рӯшноии шуоъ ҳаракати беист ва бетартибонаи зарраҳои чанги таркиби ҳаво намоён мегардад. Хулосаатонро нависед.



Намоиш додани ҳаракати бетартибонаи молекулаҳо дар асоси модели механикӣ.

Ҷихозҳои лозимӣ: сакқоҳои рангашон сафед ва сиёҳ, ликобча, фломастер.

Мақсад: дар асоси модели механикӣ омӯхтани гипотезаи молекулаҳо бетартиб ҳаракат мекунад.

1. Ба сифати модели молекула сакқоҳои рангашон сафед ва сиёҳро мегирем. Масалан, тахминан 20- тоғӣ бигиред.

2. Зарфи асоси поёниаш ҳамвор ва чуқуртарро гиред (масалан, ликобча).

3. Асоси поёнии дохили зарфро бо фломастер хат кашида ба ду қисми баробар ҷудо кунед.

4. Ба нимаи якуми зарф донаҳои сакқоҳои рангашон сафед, ба нимаи дуюм донаҳои сакқоҳои рангашон сиёҳро андозед (расми 6, а).

5. Зарфро ҷунбонида донаҳои дохили онро ба ҳаракат оред ва ҷойгиршавии донаҳои сакқоҳои дохили зарфро мушоҳида кунед (расми 6, б), инчунин хулосаҳои худатонро нависед.



Расми 6.

§ 2. АНДОЗА ВА МАССАИ МОЛЕКУЛА

Молекулаҳо

Моддаҳо аз заррачаҳои майдатарин молекула ва атомҳо ташкил ёфтанишонро доништа гирифтад.



Заррачаи хурдтарине, ки дар худ ҳосияти кимёвӣ моддаро нигоҳ медорад, молекула номида мешавад.

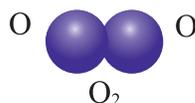
Молекула аз якчанд атомҳои як намуд ё намудҳои гуногуни унсурҳои кимёвӣ ташкил меёбад. Бидуни молекулаҳои металл ва гази инертӣ молекулаҳои моддаҳои дигар камаш аз ду атом ташкил меёбад. Масалан, гази ҳидроген аз молекулаҳои ҳидроген (H_2), як молекулаи ҳидроген бошад,

аз 2 атоми ҳидроген (H) иборат аст. Моддаи оксигени ҳаво аз молекулаҳои оксиген (O_2), ҳар як молекулаҳои оксиген аз 2 атоми оксиген (O) ташкил ёфтааст. Моддаи об аз молекулаи об (H_2O) ташкил ёфтааст. Ҳар як молекулаи об аз ду атоми ҳидроген (H) ва як атоми оксиген (O) иборат аст (расми 7).

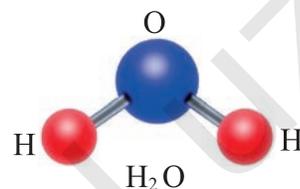
Молекулаи ҳидроген



Молекулаи оксиген



Молекулаи об



Расми 7.

Андозаи молекулаҳо

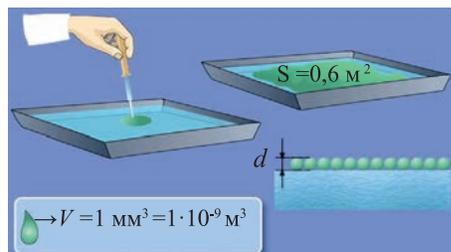
Боиси басо хурд будани молекулаҳо онҳоро бо чашм дидан мумкин нест. Аз ин рӯ ҳисмҳо ба назар ҳисми бутун менамоянд. Усулҳои зиёди муайян кардани андозаи молекулаҳо мавҷуданд. Яке аз ин гуна усулҳо паҳншавии қатраи равшани зайтун дар рӯи обро дида мебароем. Агар зарф калон бошад қабати равшан рӯи обро пурра мепӯшад (расми 8). Қатраи равшани зайтуни ҳаҷмаш 1 мм^3 дар сатҳи об тахминан масоҳати 0.6 м^2 –ро ишғол мекардааст. Қатраи равшан дар сатҳи об ба масоҳати калонтарин паҳн шавад қабати ғафсии равшан ба диаметри як молекула наздик гуфта тасаввур кардан мумкин. Қабати ғафсии равшанро чунин муайян мекунем. Ҳаҷми қабати равшан V ба ҳосили зарби масоҳати паҳншуда S ва ғафсии қабат d баробар аст.

$$V = S \cdot d. \quad (1)$$

Аз ин баробарӣ қабати ғафсии равшан, яъне диаметри молекулаи равшани зайтун чунин мешавад:

$$d = \frac{V}{S} = \frac{1 \text{ мм}^3}{0,6 \text{ м}^2} = \frac{10^{-9} \text{ м}^3}{0,6 \text{ м}^2} \approx 1,7 \cdot 10^{-9} \text{ м}.$$

Молекулаи ин гуна андоза доштаро микроскопи оптикӣ басо зӯртарин ҳам пайҳас намекунад. Дар асоси натиҷаҳои аз (расми 8) ченкунӣ гирифташуда мо атомро чун намуди сакқои радиусаш наздики 10^{-10} м тасаввур карданамон мумкин. Боиси молекулаҳо аз якҷанд атомҳо таркиб ёфтанишон диаметри онҳо аз диаметри атомҳо калонтаранд.

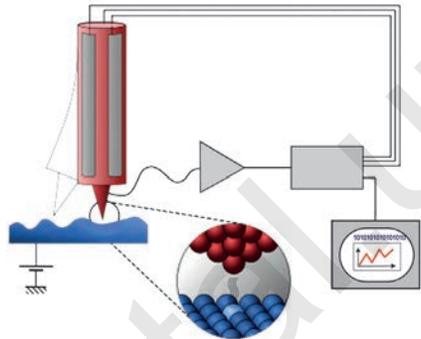


Расми 8.

Масалан, диаметри молекулаи хидроген $d \approx 2,3 \cdot 10^{-10}$ м, диаметри молекудаи об $d \approx 3 \cdot 10^{-10}$ м аст.

Ин ченакҳо ҳамин қадар хурд, ки тасаввур намудани онҳо басо мушкил аст. Дар ин гуна ҳолатҳо барои тасаввуркунӣ байни ҳам муқоисакунӣ ёрӣ медиҳад. Масалан, агар молекуларо то баробари себ калон карда шавад, ҳамин қадар себи калон кардашуда чун сайёраи Замин мешуд. Боз ҳамин гуна муқоисакунӣ: агар ҳамаи чизҳои табиат 10^8 маротиба калон карда шавад, бачаи қадаш 1 м ба 100 000 км мерасид.

Дар рӯзҳои ҳозира бо ёрии асбобҳои махсус манзараи ҷойгиршавии атом ва молекулаҳои алоҳида, инчунин имкони аниқ чен намудани андозаи онҳо мавҷуданд. Яке аз ин гуна асбобҳои замонавӣ **микроскопи туннелӣ** (расми 9) буда,



Расми 9.

он аз тарафи ходимони фирмаи машҳури IBM¹ солҳои 1980 офарида шудааст (ба муаллифони ин кашфиёт Герд Биннинг ва Генрих Рорер соли 1986 муқофоти Нобел дода шудааст). Микроскопи туннелӣ имконияти то 100 миллион маротиба калонкунии андоза соҳиб аст. Ин бошад, бо амиқии басо калон чен кардани андозаи атом имкон медиҳад. Бо ёрии микроскопи туннелӣ диаметри атоми карбон ба $1,4 \cdot 10^{-10}$ м баробар буданаш ва андозаи атомҳои дигар ҳам аниқ карда шудааст. Ба тасвир гирифтани зарраи моддаро ташкилдода бо ёрии микроскопи туннелӣ аз атом ва молекулаҳо ташкил ёфтани модда боварӣ ҳосил намуд.

Массаи молекула

Аз маълумотҳои андозаи молекулаҳо истифода бурда массаи онҳоро ҳисоб мекунем. Бигзор диаметри молекулаи об тахминан $d \sim 3 \cdot 10^{-10}$ м бошад, дар ин ҳол ҳаҷми он ҳам тахминан $V \sim d^3 = (3 \cdot 10^{-10} \text{ м})^3$ баробар мешавад. Молекулаҳои об ба якдигар зич расида меистанд гуфта, адади молекулаҳои 1 м^3 обро ҳисоб мекунем:

$$N = \frac{1 \text{ м}^3}{(3 \cdot 10^{-10} \text{ м})^3} \approx 3,7 \cdot 10^{28} \text{ м. то}$$

Аз массаи оби 1 м^3 баробари 1000 кг буданаш, массаи молекулаи обро меёбем:

$$m_0 = \frac{1000 \text{ кг}}{3,7 \cdot 10^{28}} \approx 2,7 \cdot 10^{-26} \text{ кг.}$$

¹ IBM (Internasional Business Machines) Компанияи калон оиди таъминоти дастурӣ дар Америка.

Басо хурд будани массаи молекулаи об аз натиҷаи ҳисобкунӣ намоён аст. Андозаҳои атом (ё молекула) – ҳо ҷӣ қадар хурд набошад ҳам массаи онҳо аниқ қарда шудааст. Масалан массаи молекулаи об $m_{H_2O} \approx 2,7 \cdot 10^{-26}$ кг, молекулаи оксиген $m_{O_2} \approx 5,32 \cdot 10^{-26}$ кг, атоми қарбон $m_C \approx 1,992 \cdot 10^{-26}$ кг, атоми симоб $m_{Hg} \approx 3,337 \cdot 10^{-25}$ кг баробар аст.

Массаи нисбии атом (молекула)

Дар боло хурд будани массаи молекулаи моддаро ташкилдода гуфта шуд. Лекин ин гуна массаи хурдро бо тарозу чен қардан имқон надорад. Аз ин сабаб барои ифодаи массаи атом мафҳуми махсус, воҳиди атомии масса (в.а.м.) unit (u)² дохил қарда шудааст. Мувофиқи созиши байналҳалқӣ массаи атомҳои ҳамаи моддаҳоро бо 1/12 қисми массаи атоми қарбон $^{12}_6C$ муқои-сақунӣ қабул қарда шудааст. Дар ин ҳол воҳиди атомии масса:

$$m_{OC} \cdot \frac{1}{12} = 1,992 \cdot 10^{-26} \text{ кг} \cdot \frac{1}{12} \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

Бинобар ин,

$$1u \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$



Нисбати массаи атоми моддаи додашуда (m_0) бар $^{1/12}$ қисми массаи атоми қарбон (m_{OC}) массаи нисбии атомии ҳамин модда гуфта мешавад.

Мувофиқи таъриф массаи нисбии атомӣ чунин ҳисоб қарда мешавад:

$$\text{Массаи нисбии атомӣ} = \frac{\text{массаи якто атоми унсур}}{1/12 \text{ қисми массаи атоми қарбон}}$$

$$A_n = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{OC}}. \quad (2)$$

ё ки

мувофиқи ифодаи (2) массаи нисбии атоми қарбон:

$$A_n = \frac{2,66 \cdot 10^{-26} \text{ кг}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} = 16u.$$

² “unit” – англисӣ – “unified mass unit” “воҳиди атоми масса”

Массаи нисбии атомӣ бузургии беченак аст. Массаи нисбии атомии тамоми унсурҳои кимиёвӣ дар системаи даврии унсурҳои кимиёвии Д.И.Менделеев дода шудааст. Барои ёфтани массаи нисбии молекулавии молекулаи моддаи мураккаб массаҳои нисбии ҳар як унсури ба таркиби он дохилшударо бо якдигар зам кардан лозим. Масалан барои ёфтани массаи нисбии молекулавии молекулаи об (H_2O) ба ду массаи нисбии атомии ҳидроген як массаи нисбии атомии оксигенро зам мекунем, яъне: $M_{H_2O} = 1 \cdot 2 + 16 = 18$ у.

Намунаи ҳалли масъала

Массаи як дона молекулаи об баробари $3 \cdot 10^{-26}$ кг бошад, дар 12 см^3 об чӣ қадар молекула мавҷуд аст?

Дода шудааст:	Формулаш:	Ҳисобкунӣ:
$m_0 = 3 \cdot 10^{-26}$ кг $V = 12 \text{ см}^3 = 12 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ $\rho = 1000 \text{ кг / м}^3$	$m = \rho \cdot V; \quad N = \frac{m}{m_0};$ $N = \frac{\rho \cdot V}{m_0}$	$N = \frac{10^3 \cdot 12 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-26}} = 4 \cdot 10^{23} \text{ то.}$
<hr/> Ёфтан лозим: $N = ?$	$[N] = \frac{\text{кг}}{\text{кг}} = \text{беченак.}$	Ҷавоб: $N = 4 \cdot 10^{23}$ то.



1. Ба молекула таъриф диҳед ва мисолҳо оваред.
2. Андозаи молекуларо чӣ тавр аниқ кардан мумкин аст?
3. Андозаи атом ва молекула дар кадом тартиб аст?
4. Ба сифати воҳиди атомии масса кадом бузургӣ гирифта шудааст?
5. Массаи нисбии молекулавии модда чӣ тавр аниқ карда мешавад?



1. Дар ангишти массааш $2,4$ кг чӣ қадар атоми карбон мавҷуд буда-нашро ёбед. Массаи атоми карбонро баробари $2 \cdot 10^{-26}$ кг гуфта гиред.
2. Равғани ҳаҷмаш $0,2 \text{ мм}^3$ дар сатҳи об паҳн шуда, пардаи тунуки масоҳаташ $0,8 \text{ м}^2$ - ро ҳосил намуд. Молекулаҳои равған дар рӯи об як қабати ҳамвор паҳншуда ҳисобида, андозаи хаттии молекулаи равғанро аниқ кунед.
3. Массаи якто молекулаи об $3 \cdot 10^{-26}$ кг. Дар оби ҳаҷмаш 5 см^3 чӣ қадар молекулаи об мавҷуд аст?
- 4*. Дар оби зарф 10^{24} - то молекулаи об бошад, ҳаҷми об чӣ қадар аст? Диаметри молекулаи обро $3 \cdot 10^{-10}$ гуфта гиред.
- 5*. Диаметри молекулаи об тахминан $2,6 \cdot 10^{-10}$ м бошад, дар 35 см^3 равған чӣ қадар молекулаи равған буданашро аниқ кунед.

6. Чадвалро пур кунед.

№	Модда	Формули кимиёвиаш	Массаи нисбии молекулярӣ (4)
1	Нитроген		
2	Озон		
3	Намаки ош		
4	Гази метан		
5	Ангидриди карбонат		

§ 3. МИҚДОРИ МОДДА

Микдори модда

Аз сабаби дар таркиби ҷисмҳои макроскопӣ (калимаи «макро» – юнонӣ буда, маънои «калон» – ро дорад) атом (ё молекула) - ҳо бисёр буданаш адади онҳоро бо адади атомҳои 12 г карбон муқоисакунӣ қабул карда шудааст.



1 мол - ҳамин гуна миқдори моддаест, ки адади молекулаҳои он ба адади атомҳои 12 г карбон баробар аст.

Аз ин таъриф хулосаи адади молекула (атом) - ҳои миқдори 1 моли ҳамаи моддаҳо байни худ баробаранд, бармеояд. Дар СВБ миқдори моддаро бо «мол» ифода намудан қабул карда шудааст. Миқдори моддаро бо ҳарфи ν (ню) ишора мекунам.

Доимии Авогадро

Адади молекулаҳои миқдори 1 моли модда ба шарафи олими италийӣ Амедео Авогадро доимӣ (собит)-и Авогадро номида мешавад ва онро бо ҳарфи N_A ишора намудан қабул шудааст.



Доимии Авогадро бузургии физикии фундаменталӣ буда, қимати ададии он ба $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ мол⁻¹ баробар аст.

Агар миқдори модда ба ν баробар бошад, адади молекулаҳои он ин тавр аниқ карда мешавад:

$$N = \nu \cdot N_A. \quad (1)$$

Барои ёфтани миқдори модда, адади молекулаҳои таркиби моддаро бо адади Авогадро тақсим намудан лозим, яъне:

$$\nu = \frac{N}{N_A}. \quad (2)$$

Массаи молӣ



Массаи моддаи микдораш як мол массаи молӣ номида мешавад ва бо ҳарфи M ишора мекунамд.

Дар асоси ин таъриф массаи молии модда ба ҳосили зарби массаи як молекулаи он бар адади Авогадро баробар аст, яъне:

$$M = m_0 N_A. \quad (3)$$

Ба сифати массаи молӣ кг/мол қабул карда шудааст. Аз ифодаи (3) массаи молекулаи моддаро ҳисоб кардан мумкин:

$$m_0 = \frac{M}{N_A}. \quad (4)$$

Бинобар ин, барои аниқ кардани массаи молекулаи ҳар гуна модда массаи молии онро ба доимии Авогадро тақсим кардан лозим.

Аз ифодаи массаи нисбии молекулавӣ

$$M_n = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}} \quad m_0 - \text{ро ёфта, онро ба ифодаи (3)}$$

гузorem, ифодаи $M = \frac{1}{12} m_{0C} \cdot M_n \cdot N_A$ ҳосил мешавад.

Ба ин ифода массаи атоми карбон ва доимии Авогадроро гузошта содда намоем, муносибати зерин ҳосил мешавад:

$$M = M_n \cdot 10^{-3} \text{ кг/мол} \quad \text{ё ки} \quad M = M_n \text{ г/мол.}$$

Бо ин муносибат ёфтани массаи молии модда басо осон аст. Дар асоси системаи даврии Менделеев массаи нисбии молекулавии ҳар гуна ҷисмро аниқ кардан мумкин. Масалан: барои молекулаи гази ангидриди карбонат (CO_2) массаи нисбии молекулавӣ ба $M_{\text{CO}_2} = 44$ у, дар ин ҳол барои гази ангидриди карбонат (CO_2) массаи молӣ ба $M = 44$ г/мол баробар мешавад.

Адади молекулаҳо

Барои ёфтани массаи моддаи ихтиёрӣ адади молекулаҳои ташкилкардаи онро ба массаи як молекула зарб задан лозим, яъне:

$$m = m_0 N. \quad (5)$$

Баробарии (4)-ро ба ифодаи (5) гузorem, ифодаи зерин ҳосил мешавад:

$$m = \frac{M}{N_A} N. \quad (6)$$

Ифодаи (1) - ро ба инбат гирем аз ифодаи (6) ифодаи зерин бармеояд:

$$v = \frac{m}{M}. \quad (7)$$

Дар ин ҳол ифодаи (7)-ро ба ҳисоб гирифта ифодаи (1)-ро чунин менависем:

$$N = \frac{m}{M} N_A. \quad (8)$$

Дар асоси ин ифода адади молекулаҳои (ё атомҳои) дар ҳар гуна намуд бударо аниқ кардан мумкин.

Концентратсияи молекулаҳо



Адади молекулаҳои воҳиди ҳаҷм концентратсияи молекулаҳо номида мешавад ва онро бо ҳарфи n ифода мекунанд.

Мувофиқи таъриф концентратсияи молекулаҳоро ин тавр аниқ мекунанд:

$$n = \frac{N}{V}, \quad (9)$$

Дар ин ҷо N - адади молекулаҳои зарф, V - ҳаҷми зарф.

Концентратсияи молекулаҳои модда дар системаи воҳидҳои байналхалқӣ бо воҳиди $[n] = \text{м}^{-3}$ чен карда мешавад. Ба ҷои N -и ифодаи (9) ифодаи (8)-ро гузошта, боз як ифодаи дигар ҳосил мекунем.

$$n = \frac{N}{V} = \frac{1}{V} \cdot \frac{m}{M} N_A = \frac{\rho}{m_0}. \quad (10)$$

Аз ин ифода боз як ифодаи муайян кардани зичии модда бармеояд, яъне: $\rho = n \cdot m_0$.

Намунаи ҳалли масъалаҳо

Масъалаи 1: адади молекулаҳои оби ҳаҷмаш 54 см^3 – ро муайян кунед.

Дода шудааст:

$$V = 54 \text{ см}^3$$

$$\rho = 1 \text{ г/см}^3$$

$$M = 18 \text{ г/мол}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ мол}^{-1}.$$

Ёфтани лозим:

$$N = ?$$

Формулааш:

$$m = \rho \cdot V; \quad N = \frac{m}{M} N_A.$$

$$[m] = \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot \text{см}^3 = \text{г}.$$

$$[N] = \frac{\text{г}}{\text{г/мол}} \cdot \frac{1}{\text{мол}} = 1$$

Ҳисобкунӣ:

$$m = 54 \cdot 1 \text{ г} = 54 \text{ г}.$$

$$N = \frac{54}{18} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,806 \cdot 10^{24} \text{ -то}$$

Ҷавоб: $N = 1,806 \cdot 10^{24}$ -то.

Масъалаи 2. 136 мол симоб чӣ қадар ҳаҷмро ишғол мекунад? Зичии симоб $13,6 \text{ г/м}^3$, массаи молӣ 200 г/мол .

Дода шудааст:

$$\begin{aligned} v &= 136 \text{ мол} \\ \rho &= 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \\ M &= 200 \cdot 10^{-3} \text{ кг/мол.} \end{aligned}$$

Ёфтан лозим:

$$V = ?$$

Формулааш:

$$v = \frac{m}{M}; \quad m = v \cdot M.$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{v \cdot M}{\rho}.$$

$$[V] = \frac{\frac{\text{МОЛ}}{\text{МОЛ}} \cdot \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛ}}}{\frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}} = \text{М}^3.$$

Ҳисобкунӣ:

$$V = \frac{136 \cdot 200 \cdot 10^{-3}}{13,6 \cdot 10^3} \text{ м}^3 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Ҷавоб: $V = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 2 \text{ л}$.



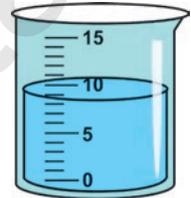
1. Чиро миқдори модда меноманд? Воҳиди ченаки он чӣ аст?

2. Қимати ададии доимии Авогадроро бигӯед ва онро эзоҳ диҳед.

3. Чӣ гуна бузургӣ массаи молӣ гуфта мешавад? Массаи молии озон, ангидриди карбонат ва гази метан ба чӣ баробар аст?

4. Адади молекулаҳои модда чӣ тавр ҳисоб карда мешавад?

5. Концентратсияи молекулаҳои оби зарфро чӣ тавр ҳисоб мекунад (расми 10)? Дараҷаи ченаки зарф бо мл дода шудааст.



Расми 10.



1. Миқдори моддаи 270 г обро ҳисоб кунед.

2. Массаи гази ангидриди карбонат (CO_2) - ро, ки миқдори моддааш 8 мол аст, ёбед.

3. Адади молекулаҳои дар таркиби нитрогени (N_2) массааш 7 г бударо ёбед.

4. Массаи молии модда ба 36 г/мол баробар бошад, массаи якто молекулаи онро ёбед.

5. Ҷадвалро пур кунед.

№	Намуни модда	Формулаи кимиёвиаш	Массаи молӣ (г/мол)	Массаи молекула (г)
1	Намаки ош	NaCl		
2	Озон	O_3		
3	Нитроген	N_2		
4	Гази метан	CH_4		

6. Массаи як дона молекулаи газ ба $7,33 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$ баробар аст. Массаи молии ин газро ёбед.

§ 4. ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Масъалаи 1. Дар қаламчаи графитии дарозиаш 15 см ва масоҳати бурриши арзиааш 4 мм² чӣ қадар атоми карбон буданаширо муайян кунед. Зичии графит 1,6 г/см³. Массай як дона атоми карбон ба 2·10⁻²⁶ кг баробар аст.

Дода шудааст:	Формулааш:	Ҳисобкунӣ:
$l = 15 \text{ см} = 15 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ $S = 4 \text{ мм}^2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ $\rho = 1,6 \text{ г/см}^3 = 1,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ $m_0 = 2 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$	$V = S \cdot l, \quad m = \rho \cdot V$ беченак: $m = \rho \cdot S \cdot l$ $N = \frac{m}{m_0} = \frac{\rho \cdot S \cdot l}{m_0}$ $[N] = \frac{\text{кг}}{\text{кг}} = 1$	$N = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 15 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-26}} =$ $= 4,8 \cdot 10^{22}$ Ҷавоб: $N = 4,8 \cdot 10^{22}$ -то.
<i>Ёфтани лозим:</i> $N = ?$		

Масъалаи 2. Ба зарфи ҳаҷмаш 5 л гази азоти массааш 140 г андохта шудааст. Концентрацияи молекулаҳои гази зарфро ёбед.

Дода шудааст:	Формулааш:	Ҳисобкунӣ:
$V = 5 \text{ л} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ $m = 140 \text{ г} = 0,14 \text{ кг}$ $M = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/мол}$ $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ мол}^{-1}$	$N = \frac{m}{M} \cdot N_A;$ $n = \frac{N}{V}, \quad [n] = \frac{1}{\text{м}^3}$	$N = \frac{0,14}{28 \cdot 10^{-3}} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 3 \cdot 10^{24}$ $n = \frac{3 \cdot 10^{24}}{5 \cdot 10^{-3}} = 6 \cdot 10^{26} \frac{1}{\text{м}^3}$ Ҷавоб: $n = 6 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$
<i>Ёфтани лозим:</i> $n = ?$		

Масъалаи 3. Ба ашёи сатҳаш 20 см² бо ғафсии 1,5 мкм қабати нуқра рӯкаш карда шуд. Дар рӯкаш чӣ қадар атоми нуқра буданаширо аниқ кунед. Зичии нуқра 10,5·10³ кг/м³, массай молии он ба 108 г/мол баробар аст.

Дода шудааст:	Формулааш:	Ҳисобкунӣ:
$S = 20 \text{ см}^2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ $h = 1,5 \text{ мкм} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ $\rho = 10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ $M = 108 \cdot 10^{-3} \text{ кг/мол}$ $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ мол}^{-1}$	$m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot h,$ $v = \frac{m}{M}, \quad N = v \cdot N_A$ $N = \frac{m}{M} \cdot N_A = \frac{\rho S h}{M} \cdot N_A$ $[N] = \frac{\text{кг}}{\text{кг/мол}} \cdot \frac{1}{\text{мол}} = 1$	$N = \frac{10,5 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 10^{-6}}{108 \cdot 10^{-3}} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 1,75 \cdot 10^{20}$ Ҷавоб: $N = 1,75 \cdot 10^{20}$ то.
<i>Ёфтани лозим:</i> $N = ?$		



1. Ашё аз алюминийи массааш 81 г сохта шудааст. Дар ашё чӣ қадар атоми алюминий ҳаст?
2. Массаи ҷисми фулузӣ, ки $4 \cdot 10^{24}$ -то атом дорад чӣ қадар аст?
3. Массаи гази дохили зарф ба 5,5 кг баробар аст. Дар зарф $7,5 \cdot 10^{25}$ -то молекулаи газ бошад, намуди онро муайян кунед.
4. Ба зарф оби массааш 72 г рехта шудааст. Концентрацияи оби дохили зарфро ёбед.
5. Адади атомҳои алмоси ҳаҷмаш 6 см^3 -ро ёбед. Ҷиҳии алмос 3500 кг/м^3 ва массаи молии он 12 г/мол.
6. Аз миси миқдори моддааш 200 мол лавҳаи ҳамвори ғафсиаш 2 мм сохта шудааст. Масоҳати лавҳа чӣ қадар аст? Ҷиҳии мис 8900 кг/м^3 ва массаи молии он 64 г/мол.
7. Ҷиҳии модда 5 г/см^3 бошад, массаи куби масоҳати рӯяхояш 24 см^2 чӣ қадар мешавад?
8. Симоби миқдораш 34 мол чӣ қадар ҳаҷмро ишғол мекунад? Ҷиҳии симоб $13,6 \text{ г/м}^3$, массаи молии он 200 г/мол гуфта гиред.
9. Ба зарфи ҳаҷмаш 10 л оксигени массааш 1,6 кг андохта шудааст. Концентрацияи молекулаҳои зарфро аниқ намоед.
10. Диаметри молекулаи об $3 \cdot 10^{-10}$ м гуфта, тамоми молекулаҳои оби массааш 3 г ба якдигар зич ба як қатор ҷойгир карда шаванд, чӣ гуна дарозӣ ҳосил шуданадро ҳисоб кунед. Ин дарозиро бо масофаи Замину Моҳ ($3,84 \cdot 10^5 \text{ км}$) муқоиса кунед.
- 11*. Дар оби дохили зарф $3 \cdot 10^{24}$ -то молекулаи об бошад, ҳаҷми об чӣ қадар аст? Диаметри молекулаи об $3 \cdot 10^{-10}$ м аст.
- 12*. Диаметри молекулаи равшан тахминан $2 \cdot 10^{-10}$ м бошад, дар 24 см^3 равшан чандто молекулаи равшан буданадро муайян кунед.
13. Диаметри молекулаи ягон модда дар фотосурат баробари 0,5 мм аст. Агар фотосурат бо ёрии микроскопи электронӣ 200 000 маротиба калон намуда гирифта бошад, айнан диаметри ҳақиқии модда чӣ гуна аст?
14. Аз чӣ сабаб дуди боло рафтаистода шамол набошад ҳам ба чашм нонамоён шуда меравад?
15. Аз чӣ сабаб зарфи сафолӣ ё чиннии шикастаро бо ширеш начаспонем, онҳоро ба ҳолати бутун оварда намешавад? Оё байни молекулаҳои ҷисм қувваи ҷозиба мавҷуд аст?

§ 5. ГАЗИ ИДЕАЛӢ

Гази идеалӣ

Масофаи байни молекулаҳои гази тунуккардашуда аз андозаи худӣ молекулаҳо басо калон мешаванд. Дар ин гуна ҳолатҳо қувваҳои таъсири мутақобили молекулаҳо дар дараҷаи ба эътиборнагирӣ хурд пиндоштан мумкин. Аз сабаби масофаи байни молекулаҳои газро ташкилдода калон будан ҳаҷми хусусии молекулаҳо ба ҳисоб нагирем ҳам мешавад. Аз ин рӯ, молекулаи газ нуқтаи материалӣ гуфта назар мекунам. Бинобар ин, гази тунукро бо равиши шартӣ чун гази идеалӣ пиндоштан мумкин.



Гази идеалӣ ин газест, ки таъсири мутақобили байни молекулаҳои он дар дараҷаи ба назарнагирӣ хурд аст.

Дар табиат гази идеалии мутлақ вонамехӯрад. Газҳои мавҷудбуда газҳои реалианд. Чунки байни молекулаҳои онҳо ташкилдода кам бошад ҳам қувваҳои таъсири мутақобил мавҷуданд.

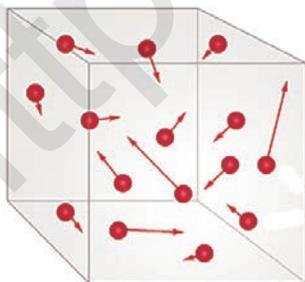


Газе, ки хосиятҳои ба таъсири мутақобили молекулаҳо вобаста аст, гази реалӣ номида мешавад.

Хосияти газҳои тунук ба сабаби ба хосиятҳои гази реалии мо тасаввуркарда наздиктар буданаш, ки энергияи кинетикии молекулаҳои газ аз таъсири мутақобили энергияи потенциалиаш биёр калон аст, онро гази идеалӣ шуморидан мумкин.

Фишори гази идеалӣ

Дар зарфи сарбаст газ бошад. Ҳар як молекулаи дохили зарф ҳаракати хаотикӣ намуда ба деворҳои зарф бармехӯрад. Мавриди ҳар як бархӯрии он ба девор бо қувваи маълум таъсир мекунад. Қувваи таъсири як молекула бағоят хурд аст. Аз зарбаи бефосилаи адади бешумори молекулаҳо ба деворҳои зарф дар сатҳи он қувваи фишор ба вуҷуд меояд (расми 11).



Расми 11.

Дар давоми ҳаракати хаотикии молекулаҳои гази дохили зарф, ки бо ҳам бармехӯранд самти ҳаракати суръат ва қимати ададии он тағйир меёбад. Дар ин гуна ҳолат суръати ҳаракати молекулаҳо, суръати квадратии миёна бо формулаи зерин аниқ карда мешавад, яъне:

$$\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N}$$

Фишори молекулаҳои газро, ки ба девори зарф мидаҳад, аниқ мекунем. Фишори газ дар

натичаи ба деворҳои зарф бархӯрии молекулаҳои газ, ки ба он импульси ($m_0 \bar{v}$) медиҳад ҳосил мешавад. Фишори газ ба адади молекулаҳои ба девори зарф бархӯранда, массаи молекулаҳо ва қимати миёнаи квадрати суръати молекулаҳо вобаста аст. Адади молекулаҳои дар воҳиди вақт ба девори зарф бархӯранда бошад ба консентратсияи молекулаҳо мутаносиби рост аст. Барои ҳисобкунии фишоре, ки молекулаҳои газ медиҳад формулаи зерин ҳосил карда шудааст

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \overline{v^2}. \quad (1)$$

Дар ин ҷо n - консентратсияи молекулаҳои газ, m_0 -массаи якто молекула, $\overline{v^2}$ - қимати миёнаи квадрати суръати молекулаҳо.

Суръат ва маҳраҷи тарафи рости ифодаи (1) – ро ба 2 зарб намуда, энергияи кинетикӣ $\bar{E}_k = \frac{m_0 \overline{v^2}}{2}$ буданашро ба ҳисоб гирем, ифодаи (1) ба намуди зерин меояд:

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \overline{v^2}}{2} \quad \text{ё ки} \quad p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k. \quad (2)$$



Фишори газ ба қимати миёнаи энергияи кинетикии молекулаҳои дар воҳиди ҳаҷм буда мутаносиби роста аст.

Дар ифодаи (1) ҳосили зарби $n \cdot m_0$ зичии газро ифода карданаш, (1) - ро дар намуди зерин ҳам навиштан мумкин:

$$p = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2}. \quad (3)$$

Ифодаҳои (1), (2) ва (3) муодилаҳои асосии назарияи молекулярӣ – кинетикии газҳо аст.

Намунаи ҳалли масъалаҳо

Масъалаи 1. Зичии гази идеалӣ $1,5 \text{ кг/м}^3$ ва фишори он 180 кПа бошад. қимати миёнаи квадрати молекулаҳои газ ба чӣ баробар аст?

Дода шудааст:

$$\rho = 1,5 \text{ кг/м}^3 \\ p = 180 \cdot 10^3 \text{ Па.}$$

Ёфтани лозим:
 $\bar{v} = ?$

Формулааш:

$$p = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2}; \quad \bar{v} = \sqrt{\frac{3p}{\rho}}.$$

$$[\bar{v}] = \sqrt{\frac{\text{Па}}{\text{кг/м}^3}} = \sqrt{\frac{\text{Н/м}^2}{\text{кг/м}^3}} =$$

$$= \sqrt{\frac{\text{кг} \cdot \text{м/с}^2}{\text{кг/м}}} = \text{м/с.}$$

Ҳисобкунӣ:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3 \cdot 180 \cdot 10^3}{1,5}} \text{ м/с} = 600 \text{ м/с.}$$

Ҷавоб: $\bar{v} = 600 \text{ м/с.}$

Масъалаи 2. Агар фишори газ 120 кПа, консентатсияи молекулаҳо $5 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$ бошад, қимати миёнаи энергияи кинетикии ҳаракати пешравандаи молекулаҳои газ чӣ гуна мешавад?

Дода шудааст:

$$p = 120 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$n = 5 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$$

Ёфтаи лозим:

$$\bar{E}_k = ?$$

Формулааш:

$$p = \frac{2}{3} n \cdot \bar{E}_k \text{ аз ин } \bar{E}_k = \frac{3p}{2n}$$

$$[\bar{E}_k] = \frac{3p}{2n} = \frac{\text{Па}}{\text{м}^{-3}} =$$

$$= \frac{\text{Н/м}^2}{\text{м}^{-3}} = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Ҷ}$$

Ҳисобкунӣ:

$$\bar{E}_k = \frac{3 \cdot 120 \cdot 10^3}{2 \cdot 5 \cdot 10^{26}} = 3,6 \cdot 10^{-22} \text{ Ҷ}$$

Ҷавоб: $\bar{E}_k = 3,6 \cdot 10^{-22} \text{ Ҷ}$.



1. Гази чӣ гуна шартхоро қаноаткунандаро, гази идеалӣ меноманд?
2. Гази реалӣ аз гази идеалӣ бо чӣ фарқ мекунад?
3. Ҳангоми гуфтани қимати миёнаи квадратии суръати молекулаҳо чӣ гуна суръатро мефаҳмед?
4. Қимати миёнаи арифметикӣ ва қимати миёнаи квадратии суръати молекулаҳо чӣ тавр аниқ карда мешавад?
5. Дар асоси назарияи молекулавӣ-кинетикӣ фишоре, ки гази идеалӣ медихад фаҳмонида диҳед.
6. Фишоре, ки газ ба девори зарф медихад, ба кадом параметрҳои молекулаҳо вобаста аст.



1. Зарф бо гази ҳидроген пур карда шудааст. Консентратсияи молекулаҳои гази зарф ба $4,5 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$ баробар аст. Фишори гази зарфро ёбед. Қимати миёнаи квадратии суръати молекулаҳои газро 400 м/с гуфта гиред.
2. Қимати миёнаи квадратии суръати молекулаҳои гази идеалӣ 600 м/с ва зичии он $0,9 \text{ кг/м}^3$ бошад, фишори гази дохили зарфро ёбед.
3. Зичии гази зарф $1,5 \text{ кг/м}^3$ ва фишори он 7,2 кПа бошад, қимати миёнаи квадратии суръати молекулаҳои газро ёбед.
4. Адади молекулаҳо дар воҳиди ҳаҷми зарф $3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ ва фишори он 80 кПа бошад, қимати миёнаи энергияи кинетикии молекулаҳои газро ҳисоб кунед.
5. Гази оксигени дохили зарф ба девори зарф 90 кПа фишор дода истодааст. Қимати миёнаи квадратии суръати молекулаҳои оксиген 600 м/с бошад, зичии гази зарф чӣ қадар аст?
6. Гази массааш 0,3 кг ва фишораш 400 кПа буда ҳаҷми 1 м^3 – ро ишғол мекунад. Қимати миёнаи суръати молекулаҳои он чӣ хел мешавад?
7. Қимати миёнаи энергияи кинетикии молекулаҳои гази якатомаи фишораш 30 кПа-ро ёбед. Консентратсияи молекулаҳои ин газ дар фишори додашуда ба $4 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ баробари аст.

§ 6. ҲАРОРАТ

Гармигунҷоишҳо

Дар омӯзиши ҳодисаҳои гармӣ мафҳуми ҳарорат ҷои муҳим ишғол мекунад. Ҳарорат дар физикаи молекулавӣ ва термодинамика яке аз мафҳумҳои асосӣ аст.

Ба обҳои зарфҳои гуногун ангуштамонро дохил намуда, кадоме аз онҳо гарм, кадомаш хунук аст ҳис мекунем. Ҳарорати оби гарм баландтар ва ҳарорати оби хунук пасттар мегӯем. Инчунин барои дониستاني ҳарорати ҳавои ҳаррӯза ҳам ҳеҷ кас бефарқ нест.



Ҳарорат бузургии физикиест, ки аз ҷиҳати миқдор ҳолати гармии моддаро муайян мекунад.

«Ҳарорат» аз калимаи лотинӣ гирифта шуда, маънои «ҳолат»-ро дорад. Ҳангоми ченкунии ҳарорати танаи одам то баробар шудани ҳарорати симоби дохили термометр бо тана, яъне то барқароршавии мувозинати ҳароратӣ вақти маълум мегузарад. Пас, аз қарор ёфтани мувозинати ҳароратӣ, нишондоди термометр тағйир намеёбад.

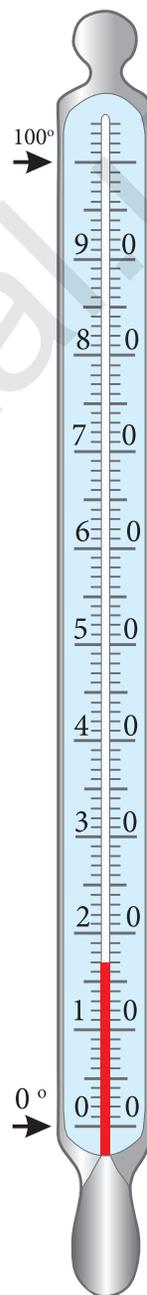


Баробаршавии ҳарорат мавриди мубодилаи гармӣ дар моддаҳо, мувозинати ҳароратӣ номида мешавад.

Дар ҳамаи қисмҳои системаи дар ҳолати мувозинатӣ буда ҳарорат соҳиби як ҳел қимат мешавад. Ҳарорати ду ҷисм як ҳел бошад, байни онҳо мубодилаи гармӣ намешавад. Агар ҳарорати ҷисмҳо ҳар ҳел бошад, ҳангоми ба якдигар расонидани ин ҷисмҳо байни онҳо мубодилаи гармӣ ба амал меояд. Дар ин ҳол аз ҷисми ҳарораташ баланд ба ҷисми ҳарораташ паст гармӣ нақл карда мешавад. Мубодилаи гармӣ то баробар шудани ҳарорати онҳо давом меёбад. Масалан, аз ҷойник ба пиёла ҷои гарм рехта болои миз гузоред. Пас аз гузашти вақти маълум ҳарорати он бо ҳарорати хона баробар мешавад, яъне ба ҳолати мувозинатӣ меояд.

Шкалаи Селсии ҳарорат

Ҳароратро бо термометр чен мекунанд. Одатан термометри бисёр истифода бурдашаванда – термометри симобӣ аст (расми 12). Дар резервуари ин гуна термометр симоб ҳаст. Мавриди афзудани ҳарорат симоби резервуар васеъ гашта, он дар найча боло меравад. Шкалаи термометр дараҷабандӣ карда шудааст, ки ба болоравии симоб назар андохта ҳароратро донистан мумкин.



Расми 12.

Ба сифати воҳиди ченаки ҳарорат *градус* гирифта шудааст. Дар фишори атмосферии мӯътадил ҳарорати обшавии яхро 0, ҳарорати чӯшиши обро 100 градус ҳисобида гирифтаанд. Ин фосила ба 100-то қисмҳои баробар тақсим шудааст ва ҳар яки ин қисмро **1 градус** гуфта қабул намудаанд. «Градус» латинӣ буда, маънои «қадам»-ро дорад.

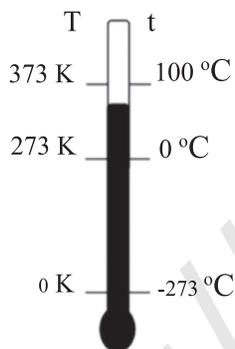
Ин гуна шкала соли 1742 аз тарафи олими швед **А. Селсий** тавсия шудааст ва **шкалаи Селсийи** ҳарорат номида мешавад.

Ҳарорати бо ин шкала ченшуда дар шакли °C ишорат шуда «градус селсий» мегӯянд.

Дарачабандии термометрҳо гуногун аст. Масалан, термометре, ки ҳарорати обро чен мекунад аз 0 то 100 °C, термометри тиббиётӣ, ки ҳарорати одамро чен мекунад, аз 35 °C то 42 °C, термометре, ки ҳарорати хаворо чен мекунад, одатан аз -20 °C то 50 °C дарачабанд аст. Дар шкалаи Селсий ҳарорат бо ҳарфи *t* ифода ёфтааст.

Ҳарорати мутлақ

Дар ҳаёт асосан аз ҳарорати *t* –и дар шкалаи Селсий ифодаёфта истифода мебаранд. Лекин мавриди омӯзиши ҳодисаҳои ҳароратӣ дар моддаҳо аз **ҳарорати мутлақ** номидашаванда истифода мебаранд. Ҳарорати мутлақ бо ҳарфи *T* ишора карда мешавад.



Расми 13.

Олими англис Уилям Томсон (**Келвин**) соли 1848 шкалаи мутлақи ҳароратро тақлиф намуд. Ин шкалаи мутлақи ҳарорат **шкалаи Келвин** номида мешавад. Воҳиди ҳарорати мутлақ дар СББ **Келвин** номида шуда, бо ҳарфи *K* ишорат мекунад.

Қимати қадамҳои воҳиди ҳароратӣ дар шкалаи Келвин гирифта шуда, ба қимати шкалаи Селсий баробар карда гирифта шудааст. Ҳангоми дар шкалаи Селсий чен кардан ҳарорати ноли мутлақ ба -273,15 °C баробар буданаш муайян шудааст. Ин дар $t=0$ °C, $T=273,15$ K шкалаи Селсий ба шкалаи Келвин гузаштанашро ин тавр ифода кардан мумкин:

$$T = t + 273. \quad (1)$$

Вобастагии байни шкалаҳои Селсий ва Келвини ҳарорат дар диаграммаи расми 13 оварда шудааст. Лекин тағйирёбии ҳарорати мутлақи ΔT ба тағйирёбии ҳарорати шкалаи Селсий баробар аст, яъне: $\Delta T = \Delta T$ Ҳарорати ноли шкалаи мутлақ ба ноли мутлақ рост меояд.



Ҳарорати ноли мутлақ дарачаи имконпазири пасттарини ҳарорат буда, дар ин гуна ҳарорат ҳаракати молекулаҳои модда қатъ меёбад.

Маънидоди молекулавӣ – кинетикии ҳарорат

Ҳар гуна модда аз атом ва молекулаҳо ташкил ёфтааст. Атом ва молекулаҳои моддаро ташкилдода беист ва бетартиб ҳаракат мекунад. Модда гарм шавад ин ҳаракати бетартиб боз тез мешавад. **Ҳаракати бетартибонаи молекулаҳо ҳаракати гармӣ (ҳароратӣ) номида мешавад.**



Ҳарорат – ин қимати миёнаи энергияи кинетикии ҳаракати пешравандаи молекулаҳои газ аст.

Аз нуқтаи назари макроскопӣ **ҳарорат** ченаки миқдории ҳолати гармии модда аст. Дар асоси назарияи молекулавӣ – кинетикӣ вобастагии байни қимати миёнаи энергияи кинетикии молекулаҳо ва ҳарорат чунин ифода карда мешавад:

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT. \quad (2)$$

Дар ин ҷо k доими Болтсман гуфта мешавад, ба шарафи физики австриягӣ Людвиг Болтсман, ки яке аз асосгузори назарияи молекулавӣ – кинетикӣ аст. Қимати ададии он ба $k=1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$ баробар аст.



Доими Болтсман байни қимати миёнаи энергияи кинетикии молекулаҳои газ ва ҳарорат, коэффитсиенти робитавиро ифода мекунад.

Қимати миёнаи энергияи кинетикии ҳаракати пешравандаи молекулаҳои ҳамаи газҳо дар ҳолати мувозинати ҳароратӣ як хел мешавад. Дар ҳарорати нули мутлақ ҳаракати пешравандаи молекулаҳои газ қатъ меёбад. Ба ҷои \bar{E}_k дар ифодаи $p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$ ки муодилаи асосии назарияи молекулавӣ – кинетикии газҳо ҳисоб меёбад, ифодаи (2) гузошта шавад, ифодаи вобастагии фишори гази идеалӣ ба ҳарорат бармеояд:

$$p = \frac{2}{3} n \cdot \frac{3}{2} kT = nkT \quad \text{ё ки} \quad p = nkT. \quad (3)$$



Фишори гази идеалӣ ба консентратсияи молекулаҳои газ ва ҳарорати он мутаносиби роста аст.

Намунаи ҳалли масъала

Фишори гази дохили зарфи ҳаҷмаш 4 л 120 кПа аст. Энергияи кинетикии пурраи ҳаракати пешравандаи молекулаҳои гази дохили зарфро ҳисоб кунед.

<p>Дода шудааст:</p> $V = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ $p = 12 \cdot 10^4 \text{ Па.}$ <hr/> <p>Ёфтани лозим:</p> $E_{\text{пурра}} = ?$	<p>Формулааш:</p> $p = \frac{2}{3} \cdot n \bar{E}_k = \frac{2}{3} \cdot \frac{N}{V} \bar{E}_k.$ $E_{\text{пурра}} = N \cdot \bar{E}_k; E_{\text{пурра}} = \frac{3}{2} pV.$ $[E] = \text{Па} \cdot \text{м}^3 = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \text{м}^3 = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Ҷ}$	<p>Ҳисобкунӣ:</p> $E_{\text{пурра}} = \frac{3}{2} \cdot 12 \cdot 10^4 \cdot 4 \cdot 10^{-3} =$ $= 720 \text{ Ҷ.}$ <p>Ҷавоб: $E_{\text{пурра}} = 720 \text{ Ҷ}$</p>
--	---	---



1. Кадом воҳидҳои ченаки ҳароратро медонед?
2. Формулаи вобастагии ҳарорати Селсий ва ҳарорати Келвинро нависед ва вобастагии байни онҳоро эзоҳ диҳед.
3. Ифодаеро нависед, ки вобастагии байни ҳарорати газ ва қимати миёнаи энергияи кинетикии онро ифода кунад ва онро шарҳ диҳед.
4. Ифодаи вобастагии фишори газ ба ҳарорат ва консентратсияи молекулаҳои газро нависед ва онро шарҳ диҳед.
5. Дар шароити мӯътадил консентратсияи молекулаҳои ҳаво чӣ гуна аст?



1. Ҳароратҳои зерини дар шкалаи Селсий ифодаёфта ба шкалаи Келвин гузаронед: 0 °C, 27 °C, 100 °C, 127 °C, 300 °C, 727 °C, 1000 °C, -73 °C, -173 °C, -200 °C, -273 °C
2. Ҳароратҳои зерини дар шкалаи Келвин ифодаёфта ба шкалаи Селсий гузаронед: 0 К, 73 К, 273 К, 300 К, 773 К, 1000 К, 2000 К.
3. Гази дохили зарф, ки ҳарорати 27 °C дорад тафсонид, ҳарораташ ба 327 °C расонида шуд. Дар ин ҳолат таъсири фишори молекулаҳои газ ба девори зарф чӣ тавр тағйир ёфт?
4. Консентратсияи молекулаҳои гази дохили зарф $3 \cdot 10^{27} \text{ м}^{-3}$. Мавриди 60 °C шудани ҳарорати гази дохили зарф молекулаҳои газ ба девори зарф чӣ гуна фишор меоваранд?
5. Мавриди 400 К шудани гази дохили зарф манометр фишори гази дохили зарф ба 276 кПа баробар шуданаширо нишон дод. Консентратсияи молекулаҳои гази зарф ба чӣ баробар аст?
6. Дар шароити мӯътадил адади ба молекулаҳои ҳавои ҳаҷмаш 1 м³ баҳо диҳед. Дар шароити мӯътадил фишор 100 кПа, ҳарорат 273 К пиндоред.
7. Бо ёрии насоси махсуси ҳавокаш ҳавои зарф қашида, дар дохили он вакууми фишораш 1 рПа ҳосил намуданд. Дар ҳаҷми 1 см³ вакуум чӣ қадар молекулаи газ мавҷуд аст? Ҳарорати дохили зарф 300 К.

§ 7. СУРЪАТИ ҲАРАКАТИ МОЛЕКУЛАҲОИ ГАЗ

Қимати миёнаи энергияи кинетикии молекулаҳои массааш m_0 – газ, ки ҳаракат карда истодааст бо ёрии ифодаи $\bar{E}_k = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$ аниқ шуданаширо медонем. Ҳамин тавр, ҳарорати мутлақи газ баробари T бошад, қимати миёнаи энергияи кинетикии он бо ифодаи зерини намуди $\bar{E}_k = \frac{3}{2} \cdot kT$ ифода шуданаширо дидем.

Ин ду ифодаро байни ҳам баробар намуда нависем:

$$\frac{m_0 \bar{v}^2}{2} = \frac{3}{2} kT \quad \text{аз ин} \quad \bar{v}^2 = \frac{3kT}{m_0}. \quad (1)$$

Аз ифодаи (1) қимати миёнаи квадрати суръати молекулаҳои ҳосил мекунем, яъне:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}. \quad (2)$$

Дар асоси таърифи массаи молӣ $M = m_0 \cdot N_A$ буданаширо ба ҳисоб гирем, ифодаи (2) ба намуди зерин меояд:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3kN_A T}{M}}. \quad (3)$$



Ҳосили зарби доимии Болтсман k ва доимии Авогадро N_A доимии универсалӣ (молярӣ) -и газ гуфта қабул кардаанд.

Доимии универсалии газро бо ҳарфи R ишора мекунам, яъне:

$$R = k \cdot N_A. \quad (4)$$

Дар асоси ифодаи (4) қимати ададии собити универсалӣ (молярӣ)-и газро ҳисоб мекунем: $R = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Ҷ}}{\text{К}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{мол}} = 8,31 \frac{\text{Ҷ}}{\text{мол} \cdot \text{К}}$.

Бинобар ин, қимати собити универсалии газро чунин менависем:

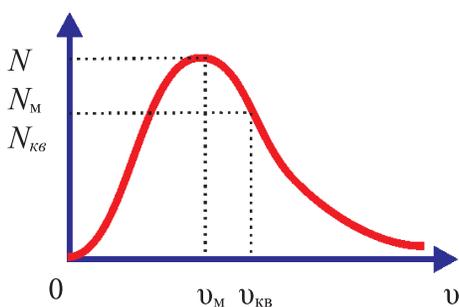
$$R = 8,31 \frac{\text{Ҷ}}{\text{мол} \cdot \text{К}}.$$

Дар асоси баробарии (4) ифодаи ҳисобкунии қимати миёнаи квадрати молекулаҳои газро чунин менависем:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}. \quad (5)$$

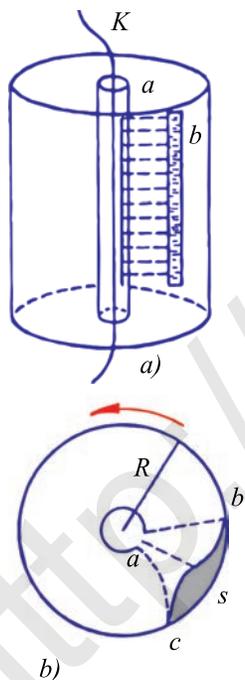
Бо ёрии формулаи (5) қимати миёнаи квадрати суръати молекулаҳои газҳои гуногуни ҳарораташон ҳархел бударо ҳисоб кардан мумкин.

Соли 1859 физики англис **Ч Максвелл** бо роҳи назариявӣ молекулаҳои газ дар ягон ҳарорат бо суръатҳои гуногун ҳаракат намуданашонро, яъне тақсимои молекулаҳо аз рӯи суръатро муайян намуд. Ин гуна тақсимот бо тарзи графикӣ дар расми 14 ифода ёфтааст. Дар график суръати комёбшудаи молекулаҳои аз ҳама бисёр бо v_m ишора шудааст. Қимати миёнаи квадрати молекулаҳо $v_{кв}$ аз ин v_m суръат камтар калон мешавад.



Расми 14.

Суръати ҳаракати молекулаҳои газ дар таҷриба соли 1920 аз тарафи физики немис **О.Штерн** (1888–1969) соли 1920 аниқ карда шудааст. Таҷҳизоти таҷрибаи Штерн аз ду силиндри ба якдигар маҳкамшудаи дорои як меҳвар буда иборат аст, ки намуди схематикӣ он дар расми 15, а оварда шудааст. Бо рафти меҳвари силиндри дохилӣ сими платинагӣ бо нуқра рӯкаш шудаи **К** гузаронида шудааст.



Расми 15.

Пеш аз гузаронидани таҷриба ҳавои байни цилиндрҳо кашида шуда зарфҳоро ба ҳолати вакуум меоранд. Агар аз сими платинагӣ чараён гузаронида шавад, аз сатҳи он қабати нуқра ба бухоршавӣ сар мекунад. Аз роғи силиндри дарунӣ атомҳои нуқра баромада, ба девори дохилии силиндри берунӣ мешинад. Дар натиҷа муқобили роға қабати камбари **b** нуқра ҳосил мекунад. Бо мақсади чен кардани суръати атомҳои нуқра цилиндрҳо бо суръати басо калон давр занонида мешавад (расми 15,б). Дарозии қабати нуқраи **bc**-и дар дохилии силиндри берунӣ ҳосилшударо бо ёрии суръати кунҷи цилиндр ифода мекунем.

$$s = \omega R t. \quad (6)$$

Назар ба натиҷаҳои таҷрибаи Штерн атомҳои нуқраи бо суръати калон ҳаракат кардаистода ба нуқтаи **б** наздиктар, атомҳои суръаташон хурд ба ҷойҳои охири роҳ **с** наздик омада мефтанд (расми 15, б) гуфта ба хулоса омад. Аз рӯи атомҳои нуқра бо суръатҳои баробар ҳаракат накардаанд. Дар он ҳол, суръати атомҳои нуқра ба суръати миёна мувофиқ меоянд гуфта, қимати он ба востایی ифодаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$v_{\text{миёна}} = \frac{R-r}{t}. \quad (7)$$

Аз ифодаи (6) қимати t -ро ёфта, ба ифодаи (7) гузошта, ифодаи ҳисобкунии суръати миёнаро ҳосил мекунем:

$$v_{\text{миёна}} = \frac{\omega R(R-r)}{s}. \quad (8)$$

Аз расми 15, б аён аст, ки шакли кабати нуқра ба шакли графикаи тақсимо-ти Максвеллии суръатҳои молекулаҳо монанд буданаҳ бармеояд. Бинобар ин, таҷрибаи Штерн имконияти дар таҷриба санҷидани тақсимо-ти Максвеллиро дод.



Таҷрибаи Штерн дурустии назарияи молекулавӣ-кинетикӣ, инчунин таълимоти Максвеллии тақсимо-ти молекулаҳои газ аз рӯи суръатҳояшро тасдиқ намуд.

Намунаи ҳалли масъала

Энергияи кинетикии атоми карбони массааш $2 \cdot 10^{-26}$ кг ба $2,5 \cdot 10^{-21}$ Ҷ баробар бошад, суръати ҳаракати он чӣ қадар мешавад?

Дода шудааст:

$$m_o = 2 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$

$$E_k = 2,5 \cdot 10^{-21} \text{ Ҷ.}$$

Ёфтан лозим:
 $v = ?$

Формулааш:

$$E_k = \frac{m_o v^2}{2}; \quad v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_o}}.$$

$$[v] = \sqrt{\frac{\text{Ҷ}}{\text{кг}}} = \sqrt{\frac{\frac{\text{М}^2}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}}{\text{кг}}} = \text{М/с.}$$

Ҳисобкунӣ:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-21}}{2 \cdot 10^{-26}}} \text{ М/с} = 500 \text{ М/с.}$$

Ҷавоб: $v = 500 \text{ М/с.}$



1. Суръати квадратии миёнаи молекулаҳои оксиген ва ҳидроген дар ҳаво чӣ хел фарқ дорад?
2. Тақсимо-ти молекулаҳо аз рӯи суръати таълимоти Максвеллро таҳлил кунед ва моҳияти онро фаҳмонида диҳед.
3. Ҳангоми ду маротиба афзудани ҳарорати мутлақи газ қимати миёнаи энергияи кинетикии молекулаҳои он чӣ хел тағйир меёбад?
4. Мавриди чор маротиба афзудани ҳарорати мутлақи газ қимати миёнаи энергияи кинетикии молекулаҳои он чӣ хел тағйир меёбад?

§ 8. ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Масъалаи 1. Аз рӯи натиҷаи таҷрибаи Штерн суръати ҳаракати молекулаҳои атоми нукраро муайян кунед. Ҳангоми аз нахи платина гузаштани ҷараён ва то ҳарорати 1500 К тафсидани он атомҳои нукраи дар он маҷуд буда ба бухоршавӣ сар мекунад. Мавриди Штерн силиндрҳоро бо суръати кунҷии 280 рад/с давр занонидан дар силиндри берунӣ қабати нукраи дарозиаш 1,12 см ҳосил шуд. Радиусҳои силиндрҳои дохилӣ ва берунии таҷҳизоти таҷрибавӣ бо равиши мувофиқ баробари 1,2 см ва 16 см аст.

Дода шудааст:

$$T = 1500 \text{ К}$$

$$\omega = 280 \text{ рад/с}$$

$$s = 1,12 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$r = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$R_t = 16 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$R = 8,31 \text{ Ҷ/(мол} \cdot \text{К)}$$

$$M = 108 \cdot 10^{-3} \text{ кг/мол.}$$

Ёфтаи лозим:

$$\bar{v} = ?$$

Формулааш:

$$s = \omega \cdot R_t \cdot \Delta t;$$

$$\Delta t = \frac{R_t - r}{\bar{v}};$$

$$\bar{v} = \frac{\omega \cdot R_t \cdot (R_t - r)}{s}.$$

$$[\bar{v}] = \frac{1 \cdot \text{м} \cdot \text{м}}{\text{м}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Ҳисобкунӣ:

$$\bar{v} = \frac{280 \cdot 16 \cdot 10^{-2} \cdot 14,8 \cdot 10^{-2} \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1,12 \cdot 10^{-2}} = 592 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 8,31 \cdot 1500}{108 \cdot 10^{-3}}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 588 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Ҳулоса: қимати бо роҳи назариявӣ ҳисоб кардашудаи суръат ба қимати суръати дар асоси натиҷаҳои таҷриба ҳисоб кардашуда басо наздик аст.

Масъалаи 2. Қимати миёнаи суръати квадратии молекулаҳои ҳидроген дар кадом ҳарорат бо қимати миёнаи суръати квадратии молекулаҳои гази гелийи ҳарораташ 580 К баробар аст?

Дода шудааст:

$$M_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/ мол}$$

$$M_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/ мол}$$

$$T_2 = 580 \text{ К}$$

$$\bar{v}_1 = \bar{v}_2.$$

Ёфтаи лозим:

$$T_1 = ?$$

Формулааш:

$$\bar{v}_1 = \sqrt{\frac{3RT_1}{M_1}}, \quad \bar{v}_2 = \sqrt{\frac{3RT_2}{M_2}}$$

Аз ин

$$T_1 = \frac{M_1 T_2}{M_2}.$$

$$[T_1] = \frac{M_1 \cdot T_2}{M_2} = \frac{\frac{\text{кг}}{\text{мол}} \cdot \text{К}}{\frac{\text{кг}}{\text{мол}}} = \text{К}.$$

Ҳисобкунӣ:

$$T_1 = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 580}{4 \cdot 10^{-3}} \text{ К} = 290 \text{ К}.$$

Ҷавоб: $T_1 = 290 \text{ К}.$

Масъалаи 3. Мавриди афзудани ҳарорати газ ба 150 К қимати миёнаи квадрати суръат аз 250 м/с то 500 м/с зиёд шуд. Ҳарорати ибтидоии газ чӣ гуна буд?

Дода шудааст:

$$T_2 = T_1 + \Delta T$$

$$\Delta T = 150 \text{ К}$$

$$v_1 = 250 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 500 \text{ м/с}$$

Ёфтан лозим:

$$T_1 = ?$$

Формулааш:

$$v_1 = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T_1}{M}};$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T_2}{M}} = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot (T_1 + \Delta T)}{M}};$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_1 + \Delta T}{T_1}}; \quad \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{T_1 + \Delta T}{T_1};$$

$$T_1 = \frac{\Delta T}{\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 - 1}. \quad [T_1] = \frac{\text{К}}{\left(\frac{\text{м/с}}{\text{м/с}}\right)^2} = \text{К}.$$

Ҳисобкунӣ:

$$T_1 = \frac{150 \text{ К}}{\left(\frac{500}{250}\right)^2 - 1} = 50 \text{ К}.$$

Ҷавоб: $T_1 = 50 \text{ К}.$



1. Қимати миёнаи квадрати суръати молекулаи ҳидрогени ҳарораташ $-23 \text{ }^\circ\text{C}$ – ро ёбед.
2. Дар чӣ гуна ҳарорат қимати миёнаи квадрати суръати молекулаи оксиген баробар 500 м/с мешавад?
3. Ҳарорати гази қимати миёнаи энергияи кинетикии ҳаракати пешравандаи молекулаҳош $9,52 \cdot 10^{-21} \text{ Ҷ}$ бударо аниқ кунед.
4. Қимати миёнаи энергияи кинетикии молекулаҳои гази якатомаи консентратсияи молекулаҳош $4 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$ ва фишораш $1,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ба чӣ баробар аст?
5. Агар қимати миёнаи энергияи кинетикии ҳаракати пешравандаи молекулаҳои гази якатома $1,2 \cdot 10^{-20} \text{ Ҷ}$ ва фишори он $2,4 \text{ МПа}$ бошад, консентратсияи молекулаҳои ин газ чӣ хел мешавад?
6. Гази микдораш ду мол ба деворҳои зарф 10 кПа фишор меоварад. Ҳаҷми ишғолкардаи газро муайян кунед. Ҳарорати газ 300 К аст.
- 7*. Қимати миёнаи квадрати суръати молекулаҳои гелий дар кадом ҳарорат бо қимати миёнаи квадрати суръати молекулаҳои ҳидрогени ҳарораташ 350 К баробар аст?
- 8*. Ҳангоми ҳарорати газ ба $150 \text{ }^\circ\text{C}$ афзудан қимати миёнаи квадрати суръат аз 300 м/с то 600 м/с зиёд шуд. Ҳарорати ибтидоии газ чӣ гуна буд?

§ 9. МУОДИЛАИ ҲОЛАТИ ГАЗИ ИДЕАЛӢ

Муодилаи ҳолати гази идеалӣ

Ҳолати **термодинамикии** гази идеалии массааш маълум бо се параметрҳои макроскопиаш, яъне фишораш p , Ҳаҷмаш V ва ҳарораташ T тавсиф меёбад. Мавриди газ аз як ҳолат ба ҳолати дигар гузаштан дар як вақт ҳар се параметрҳои ҳолати онро тавсифкунанда (p, V, T) тағйир ёфтаниш мумкин. Масалан, параметрҳои гази массааш m дар ҳолати ибтидоӣ p_1, V_1, T_1 буда, ҳангоми ба ҳолати дуюм гузаштан p_2, V_2, T_2 бошад. Барои ҳосил кардани муодилаи ифодакунандаи вобастагии байни ин параметрҳои ду ҳолати термодинамикӣ кӯшиш мекунем.

Барои ҳосил кардани муодилаи ҳолати гази идеалӣ аз муодилаи асосии назарияи молекулавӣ - кинетикии газҳо истифода мебарем, яъне:

$$p = nkT. \quad (1)$$

Аз ифодаҳои ададии молекулаҳои воҳиди ҳаҷм $n = \frac{N}{V}$ ва $N = \frac{m}{M} \cdot N_A$ истифода бурда, муодилаи (1)- ро дар намуди зерин менависем, яъне:

$$pV = \frac{m}{M} N_A kT. \quad (2)$$

Дар ин ифода ҳосили зарб $k \cdot N_A = R$, яъне собити универсалии газҳо буданашро ба ҳисоб гирем, ифодаи (2) ба намуди зерин меояд:

$$pV = \frac{m}{M} RT. \quad (3)$$

Муодилаи (3) - ро олими рус Дмитрий Менделеев ва олими фаронсавӣ Бенуа Клапейрон ҳосил кардаанд. Аз ин рӯ, ин муодила, муодилаи Менделеев – Клапейрон номида мешавад. Аз сабаби ин муодила, ки ҳолати гази идеалиро аниқ мекунад, муодилаи ҳолати гази идеалӣ ҳам меноманд.



Муодилаи ҳолати гази идеалӣ вобастагии байни масса, фишор, ҳаҷм ва ҳарорати газро ифода мекунад.

Муодилаи Менделеев –Клапейронро барои гази миқдори моддааш 1 мол нависем, яъне намуди:

$$pV = RT \quad \text{ё ки} \quad \frac{p \cdot V}{T} = R \quad (4)$$

(4)-ро мегирад.

Муодилаи Клапейрон

Муодилаи ҳолати гази идеалиро (миқдораш тағйирнопазир $m = const$) ба ду ҳолати ҷараёни дар газ содиршуда татбиқ кунем:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} \cdot RT_1 \quad \text{ва} \quad p_2 V_2 = \frac{m}{M} RT_2. \quad (5)$$

Ин муодилаҳоро ба якдигар аъзо ба аъзо тақсим намоем, вай ба намуди зерин меояд:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}. \quad (6)$$

Аз ин муодила ифодаи зерин бармеояд:

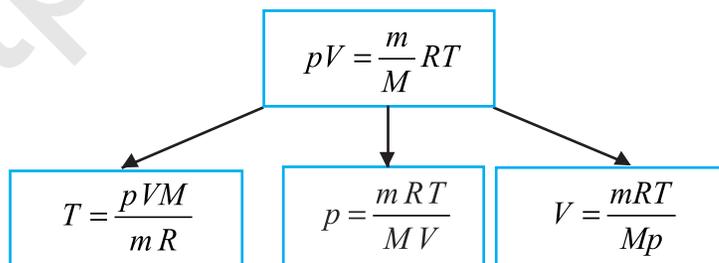
$$\frac{pV}{T} = const. \quad (7)$$

Аз ин рӯ, дар газ содир шудани ҷараёни ихтиёрӣ нисбати ҳосили зарби фишор ва ҳаҷми он бар ҳарорат барои массаи додашудаи газ бетағйир мемонад. Ба муодилаи ҳолати намуди (4) ва (7)-и газӣ идеалӣ муодилаи Клапейрон номида мешавад. Муодилаи Клапейрон як намуди муодилаи гази идеалии массааш тағйирнопазир аст.

Дар омӯзиши ҳодисаҳои ҳароратӣ донишҷӯи муодилаи ҳолат муҳим аст.

Яке аз се параметрҳои гази идеалӣ (p , V , T) номаълум буда, дутои боқимондаш маълум бошад, муодилаи ҳолат барои аниқ кардани параметри номаълум имкон медиҳад.

Масалан:



Намунаи ҳалли масъала

Ба зарфи ҳаҷмаш 20 л оксиген андохта шудааст. Ҳарорати гази зарф 127 °С ва фишори он 160 кПа бошад, массаи гази дохили зарфро ёбед.

Дода шудааст:

$$V = 20 \text{ л} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$T = 127 \text{ }^\circ\text{C} + 273 = 400 \text{ К}$$

$$p = 160 \text{ кПа} = 16 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/мол.}$$

Ёфтани лозим:
 $m = ?$

Формулааш:

$$pV = \frac{m}{M} \cdot RT;$$

$$m = \frac{pVM}{RT}.$$

$$[m] = \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{МОЛ}}}{\frac{\text{МОЛ}}{\text{МОЛ}} \cdot \text{К}} =$$

$$= \frac{\frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{кг}}{\text{Н} \cdot \text{м}} = \text{кг}.$$

Ҳисобкунӣ:

$$m = \frac{16 \cdot 10^4 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 400} \text{ кг} =$$

$$= 30,8 \cdot 10^{-3} \text{ кг}.$$

Ҷавоб: $m = 30,8 \cdot 10^{-3} \text{ кг}.$



1. Чӣ гуна муодила, муодилаи ҳолати гази идеалӣ номида мешавад?
2. Муодилаи ҳолати гази идеалиро ҳосил кунед.
3. Аҳамияти дониستاني муодилаи ҳолати газ дар чист?
4. Дар шароити мӯътадил гази идеалии миқдори 1 мол чӣ қадар ҳаҷмро ишғол мекунад?



1. 500 мол гази фишораи 0,45 МПа ва ҳароратаи 52 °С чӣ қадар ҳаҷмро ишғол мекунад?
2. Фишори гази ҳаҷмаш 0,05 м³ ва ҳароратаи 500 К буда, 250 кПа аст. Миқдори моддаро ёбед.
3. Гази массааш 8 г дар ҳарорати 27 °С ва фишори 150 кПа ҳаҷми 4,15 л-ро ишғол мекунад. Ин чӣ гуна газ аст?
4. Зичии оксигени ҳароратаи 367 °С ва фишораи 415 кПа ба чӣ баробар аст?
5. Дар баллони ҳаҷмаш 24 л гази, ангидриди карбонати массааш 1,2 кг мавҷуд. Баллон то фишори 3 · 10⁶ Па тоб оварда метавонад. Дар чӣ гуна ҳарорат ҳавфи тарқиш тавлид мешавад?
6. Ҳарорати гази дохили зарфи ҳаҷмаш 40 л ба 400 К, фишораи бошад, ба 200 кПа баробар аст. Миқдори гази дохили зарфро аниқ кунед.
7. Миқдори ҳавои ҳонаи ҳароратаи 17 °С ва андозааш 4 · 5 · 3 м³ муайян карда шавад. Фишори атмосферӣ баробари 10⁵ Па аст.
8. Дар зарфи ҳаҷмаш 16,6 л нитрогени массааш 280 г таҳти фишори 3,5 МПа бошад, ҳарорати он ба чӣ баробар аст?

ИЗОЧАРАЁНҲО

Мавриди аз як ҳолат ба ҳолати дигар гузаштани гази массааш тағйирнопазир аз се параметрҳо яке тағйир наёфта, дуи дигар тағйирпазир шуданаш мумкин.



Чараёне, ки яке аз параметрҳои макроскопии гази додашуда бетағйир будан вобастагии байни дуи боқимондари тавсиф мекунад, изочараёнҳо номида мешавад.

Се намуди изочараёнҳо мавҷуд аст: **изотермӣ, изобарӣ ва изохорӣ.**

§ 10. ЧАРАЁНИ ИЗОТЕРМӢ



Чараёни тағйирёбии ҳолати гази идеалӣ ҳангоми доимӣ будани масса ($m = \text{const}$) ва ҳарорат ($T = \text{const}$) чараёни изотермӣ номида мешавад.

Аз юнонии «*izos*» – баробар, «*termos*» – гармӣ гирифта шудааст.

Қонунияти чараёни изотермиро соли 1662 физики англис **Р Бойл** ва соли 1676 физики фаронсавӣ **Е Мариотт** дар асоси таҷрибаҳо беҳабар аз якдигар кашф намудаанд. Аз ин рӯ ин қонуният қонуни **Бойл - Мариотт** гуфта мешавад.

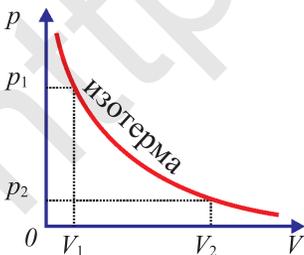
Барои бетағйир нигоҳ доштани ҳарорати газ зарфи газдор ба андаруни асбоби махсус бо ном **термостат** ҷойгир мекунад. Дар акси ҳол ҳангоми фишурдан ё васеъ шудани газ ҳарорати он тағйир меёбад. Дар ҳолати $T = \text{const}$ будан ба ду ҳолати газ муодилаи ҳолати гази идеалиро менависем:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T \quad \text{ва} \quad p_2 V_2 = \frac{m}{M} R T. \quad (1)$$

Аз баробарии тарафи ростии ин ду муодила баробарии

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (2)$$

(2)- ро ҳосил мекунем ва аз ин хулосаи зерин бармеояд. **Дар чараёни изотермӣ барои массаи додашудаи газ бар ҳаҷм ба тири абсисса қиматҳои ҳаҷм, бар тири ордината қиматҳои фишорро гузошта, нуқтаҳои ба ин қиматҳо мувофиқомада пайваस्त карда мешавад.** Дар расми 16 дар намуди графикӣ ҳангоми бетағйир будани ҳарорат, вобастагии фишори газ бар ҳаҷм тасвир ёфтааст. Ин вобастагӣ дар график бо хати қач (гипербола) тасвир ёфтааст, ки инро хати изотерма меноманд. Изотермаи газ байни ҳам дар мутаносиби чаппа будани фишор ва ҳаҷмро ифода мекунад, яъне: $p \sim 1/V$.



Расми 16.



Дар ҳарорати собит фишори гази додашуда бар ҳаҷм бо равиши мутаносиби чаппа тағйир меёбад.

Қонуни Бойл- Мариоттро бо тарзи вобастагии зичии газ ва фишори он ҳам ифода кардан мумкин. Зичии газ барои ҳолатҳои якум ва дуюм чунин мешавад:

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} \quad \text{ва} \quad \rho_2 = \frac{m}{V_2}. \quad (3)$$

нисбати ин ифодаҳо ба якдигар гирем, барои қонуни Бойл-Мариотт ифодаи зерин ҳосил мешавад:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2}. \quad (4)$$

Зичии газ дар ҳаҷми изотермӣ бо равиши ба ҳаҷм мутаносиби чаппа, бар фишор мутаносиби роста тағйир меёбад.

Намунаи ҳалли масъалаҳо

Дар шароити мӯътадил гази идеалӣ 6 л ҳаҷм-ро ишғол мекунад. Агар фишори газ ба 20 кПа зиёд шавад, газ чӣ гуна ҳаҷмро ишғол мекунад? Ҳароратро бетағйир гуфта гиред.

Дода шудааст:

$$T = const$$

$$p_1 = 100 \text{ кПа} = 10^5 \text{ Па}$$

$$V_1 = 6 \text{ л} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$p_2 = p_1 + 20 \text{ кПа} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Формулааш:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2;$$

$$V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2}.$$

$$[V] = \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3}{\text{Па}} = \text{м}^3.$$

Ҳисобкунӣ:

$$V_2 = \frac{10^5 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{1,2 \cdot 10^5} \text{ м}^3 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Ҷавоб: $V_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 5 \text{ л.}$



1. Чӣ гуна ҳаҷми изочараёнҳо номида мешавад?
2. Чӣ гуна ҳаҷми изотермӣ номида мешавад?
3. Барои ҳаҷми изотермӣ формулаи Бойл – Мариоттро нависед ва эзоҳ диҳед.
4. Хати изотерма чист ва он аз чӣ гуна хат иборат аст?
5. Барои ҳаҷми гуногуни газҳо изотерма кашед ва эзоҳ диҳед.
6. Ифодаи вобастагии зичии газ бар ҳаҷмро дар ҳаҷми изотермӣ нависед.



1. Ҳаҷми ибтидоии газ 0,2 л, фишори он бошад, 300 кПа аст. Гази изотермӣ васеъ шуда, ба фишори 120 кПа соҳиб шуд. Ҳаҷми интиҳои газро ёбед.

2. Ҳаҷми ибтидоии газии таҳти поршени цилиндр буда 24 см^3 , фишори он $0,8 \text{ МПа}$ аст. Газии изотермӣ фишурда шуда, ҳаҷми он ба 16 см^3 оварда шавад, фишори он ба кадом қимат мерасад?
3. Дар шароити фишори мӯътадил газии идеалӣ ҳаҷми 50 л - ро ишғол мекунад. Агар фишор 4 маротиба афзояд, газ чӣ қадар ҳаҷмро мегирад (л)?
4. Газии идеалӣ аз ҳаҷми $1,2 \text{ л}$ то ҳаҷми $0,8 \text{ л}$ фишурда шуд. Дар ин, фишори газ ба 40 кПа афзуд. Фишори ибтидоии газ чӣ қадар буд?

§ 11. ҶАРАЁНИ ИЗОБАРИ



Ҷараёни тағйирёбии ҳолати газ ҳангоми тағйирнопазир будани массаи газии идеалӣ m ($m = \text{const}$) ва фишори он p ($p = \text{const}$) ҷараёни изобарӣ номида мешавад.

Аз юнонии «baros» – фишор гирифта шудааст. Дар ҷараёни изобарӣ ҳаҷми (V) массаи газии додашуда вобаста ба ҳарорат (T) тағйир меёбад.

Дар ҷараён вобастагии байни ҳаҷми газ ва ҳароратро аз муодилаи ҳолати газ (Менделеев – Клапейрон) истифода бурда, ҳосил мекунем. Муодилаи ҳолати газро ҳангоми тағйирнопазир будани фишор ($p_1 = p_2$) ба ду ҳолати газ менависем:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T_1, \quad p_2 V_2 = \frac{m}{M} R T_2 \quad (1)$$

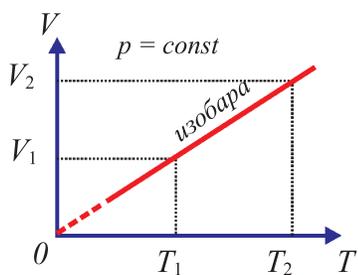
Ин муодилаҳоро аъзо ба аъзо тақсим намуда, баробарии зеринро ҳосил мекунем:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{ё} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}. \quad (2)$$

Ин муодиларо дар намуди зерин ҳам навиштан мумкин:

$$\frac{V}{T} = \text{const}. \quad (3)$$

Бинобар ин, дар ҷараёни изобарӣ нисбати ҳаҷми газии массааш додашуда нисбат ба ҳарорат бузургии тағйирнопазир будааст. Ин қонун дар соли 1802 аз тарафи физики фаронсавӣ Гей-Люссак дар таҷриба ёфта шудани қонуни Гей-Люссак гуфта мешавад. Ифодаи (3)-ро ба маҳраҷи умумӣ оварда дар намуди зерин менависем, яъни $V = \text{const} \cdot T$. Назар ба ифода, дар ҷараёни изобарӣ ҳаҷми газии массааш додашуда ба ҳарорати мутлақ мутаносиби роста будааст. Хати ифодакунандаи муносибати байни ҳаҷми



Расми 17.

гази додашуда ва ҳарорат дар ҷараёни изобарӣ хати изобара гуфта мешавад. Хати изобара аз хати рости аз ибтидои координата бароянда иборат (расми 17).

Ҳаҷми гази массааш додашуда дар фишори собит бо равиши мутаносибӣ бар ҳарорат тағйир меёбад.

Намунаи ҳалли масъала

Ҳарорати гази идеалӣ $67\text{ }^\circ\text{C}$ ва ҳаҷмаш 25 л . Ҳангоми тағйирнопазир будани фишор газ чӣ қадар хунук карда шавад, ҳаҷми он ба 10 л баробар мешавад?

Дода шудааст:

$$T_1 = 67\text{ }^\circ\text{C} + 273 = 340\text{ К}$$

$$V_1 = 25\text{ л} = 25 \cdot 10^{-3}\text{ м}^3$$

$$V_2 = 10\text{ л} = 10 \cdot 10^{-3}\text{ м}^3$$

$$p = \text{const.}$$

Ёфтани лозим:

$$\Delta T = ?$$

Формулааш:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}; \quad T_2 = \frac{V_2 \cdot T_1}{V_1};$$

$$\Delta T = T_1 - T_2.$$

$$[\Delta T] = \text{К.}$$

Ҳисобкунӣ:

$$T_2 = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 340\text{ К}}{25 \cdot 10^{-3}} = 136\text{ К.}$$

$$\Delta T = 340\text{ К} - 136\text{ К} = 204\text{ К.}$$

Ҷавоб: $\Delta T = 204\text{ К.}$



1. Чӣ гуна ҷараён, ҷараёни изобарӣ гуфта мешавад?
2. Барои ҷараёни изобарӣ формулаи Гей-Люссакро нависед ва онро эзоҳ диҳед.
3. Хати изобара чист ва он аз чӣ гуна хат иборат аст?
4. Ба қиматҳои гуногуни фишори газ изобараҳо кашед ва онро шарҳ диҳед.



1. Гази идеалии ҳарораташ $27\text{ }^\circ\text{C}$ дорои ҳаҷми 10 л буд. Газ бо равиши изобарӣ то $327\text{ }^\circ\text{C}$ гарм карда шавад, ҳаҷми он чӣ хел тағйир меёбад?
2. Ҳарорати гази идеалӣ $51\text{ }^\circ\text{C}$ ва ҳаҷми он $0,9\text{ л}$. Мавриди тағйирнопазирии фишор ҳаҷм ба $0,3\text{ л}$ баробар шуданаш, газро бояд чӣ қадар хунук кард?
3. Газ дар ҳарорати $27\text{ }^\circ\text{C}$ ҳаҷми 3 л -ро ишғол мекунад. Ин газ изобарӣ ба $100\text{ }^\circ\text{C}$ тафсонида шавад, чӣ қадар ҳаҷмро ишғол мекунад?
- 4*. Гази идеалӣ дар $47\text{ }^\circ\text{C}$ ҳаҷми 3 л -ро ишғол мекунад. Фишорро тағйир надода, барои ҳаҷмро ба $1,2\text{ л}$ зиёд намудан, ҳароратро чӣ қадар бардоштан лозим?

§ 12. ЦАРАЁНИ ИЗОХОРӢ



Цараёни тағйирёбии ҳолати газ ҳангоми собит будани массаи гази идеалӣ m ($m = \text{const}$) ҳаҷми он ($V = \text{const}$) цараёни изохорӣ номида мешавад.

Аз юнонии «χορος» – ҳаҷм гирифта шудааст.

Дар цараёни изохорӣ фишори массаи гази додашуда вобаста ба ҳарорат (T) тағйир меёбад. Дар ин цараён вобастагии байни фишори газ ва ҳароратро аз муодилаи ҳолати гази идеалӣ истифода бурда ҳосил мекунем. Муодилаи ҳолати газро ҳангоми тағйирнопазир будани ҳаҷм ба ду ҳолати газ татбиқ мекунем:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T_1, \quad p_2 V_2 = \frac{m}{M} R T_2 \quad (1)$$

Ин муодиларо аъзо ба аъзо тақсим намуда, баробарии зеринро ҳосил мекунем:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{ё ки} \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}. \quad (2)$$

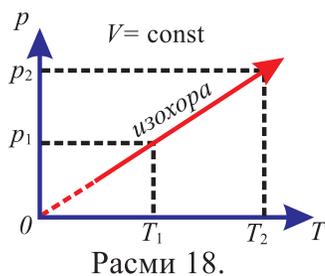
Ин муодиларо дар намуди зерин ҳам навиштан мумкин.

$$\frac{p}{T} = \text{const}. \quad (3)$$

Аз ин рӯ, дар цараёни изохорӣ нисбати фишори гази массааш додашуда бар ҳарорат бузургии тағйирнопазир будааст. Ин қонун дар соли 1787 аз тарафи физики фаронсавӣ Чак Шарл ёфта шуданаш Қонуни Шарл номида мешавад. Баробарии (3) – ро ба махраҷи умумӣ оварда, онро дар намуди зерин менависем, яъне:

$$p = \text{const} \cdot T. \quad (4)$$

Назар ба ифодаи (4) дар цараёни изохорӣ фишори массаи додашудаи газ ба ҳарорати мутлақи он мутаносиби ростта изохора аст. Хатте, ки дар цараёни изохорӣ муносибати байни фишор ва ҳароратро ифода мекунад, хати изохора гуфта мешавад. Хати изохора хати рости аз ибтидои координата бароянда иборат аст (расми 18).



Мавриди тағйирнопазир будани ҳаҷм фишори гази массааш додашуда бо равиши мутаносиби роста ба ҳарорат тағйир меёбад.

Дар ҳар гуна зарфи герметик сарпӯш ё лампочкаи электрикӣ афзудани фишори гази гармшуда чараёни изохорӣ ҳисоб меёбад.

Намунаи ҳалли масъала

Ҳангоми изохорӣ гарм кардани гази ҳарораташ 280 К то 540 К фишори он 39 кПа зиёд шуд. Фишори ибтидоии газ чӣ қадар буд?

Дода шудааст:

$$T_1 = 280 \text{ К}$$

$$T_2 = 540 \text{ К}$$

$$V = \text{const}$$

$$p_1 = p$$

$$p_2 = p + \Delta p$$

$$\Delta p = 39 \cdot 10^3 \text{ Па.}$$

Ёфтани лозим:

$$p = ?$$

Формулааш:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad \text{ё} \quad \frac{p}{T_1} = \frac{p + \Delta p}{T_2};$$

$$p = \frac{\Delta p \cdot T_1}{T_2 - T_1}.$$

$$[p] = \frac{\text{Па} \cdot \text{К}}{\text{К}} = \text{Па.}$$

Ҳисобкунӣ:

$$p = \frac{39 \cdot 10^3 \cdot 280}{540 - 280} \text{ Па} = 42 \cdot 10^3 \text{ Па.}$$

Ҷавоб: $p = 42 \text{ кПа.}$



1. Чӣ гуна чараён, чараёни изохорӣ номида мешавад?
2. Барои чараёни изохорӣ формулаи қонуни Шарлро нависед ва онро шарҳ диҳед.
3. Хати изохора аз чӣ гуна хат иборат аст?
4. Барои ҳаҷмҳои гуногуни газ изохораҳо кашед ва онҳоро эзоҳ диҳед.



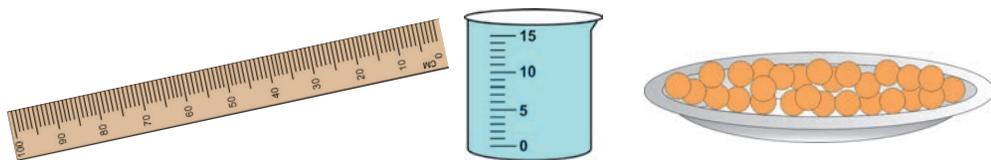
1. Агар гази дохили баллон дар 17 °С фишори $1,45 \cdot 10^5$ Па дошта бошад, дар чӣ гуна ҳарорат фишори он $2 \cdot 10^5$ Па мешавад?
2. Ҳангоми фурузон шудани лампочкаи тафсониш ҳарораташ аз 17 °С то 360 °С баланд шавад, фишори дохили он чӣ хел тағйир меёбад?
3. Ҳангоми изохорӣ гарм кардани газ ҳарорати он аз 300 К ба 429 К расида фишораш ба 50 кПа зиёд шуд. Фишори ибтидоии газ чӣ қадар буд?

§ 13. МАШҒУЛОТИ АМАЛӢ. БАҲОДИҲӢ БА АНДОЗАИ МОЛЕКУЛАҲО

Дар асоси модели механикӣ баҳодихӣ ба андозаи молекулаҳо

Мақсад: Санҷидани тасаввуроти (гипотезаи) пешниҳодшудаи ғафсии қабати рағани ба масоҳати калонтарин паҳншуда ба диаметри як молекула наздик дар асоси модели механикӣ.

Чихозҳои лозимӣ: хаткашак, варақи сафед, донаҳои нахӯд, мензурка.



1. Ба вараки сафед росткунча кашед. Андозаҳои онро бо хаткашак чен кунед (дарозӣ ва бараш). Масоҳати росткунҷаи кашидашударо аниқ кунед (S).

2. Ба сатҳи росткунҷаи кашидашуда донаҳои нахӯдро як хел (зич) чида, пур кунед. Донаҳои нахӯд аз росткунҷаи кашидашуда берун набарояд.

3. Донаҳои нахӯди дохили росткунҷаро ба мензурка андозед. Ҳаҷми нахӯдҳои ба мензурка андохташударо чен кунед (V).

4. Бо ифодаи $d = \frac{V}{S}$ андозаи хаттии нахӯдро ёбед.

5. Аз дохили донаҳои нахӯд 10 донаашро гирифта дар як хати рост зич чинед. Бо ёрии хаткашак дарозии онро чен намоед. Ин дарозии ченшударо ба 10 тақсим намоем андозаи хаттии як дона нахӯд бармеояд.

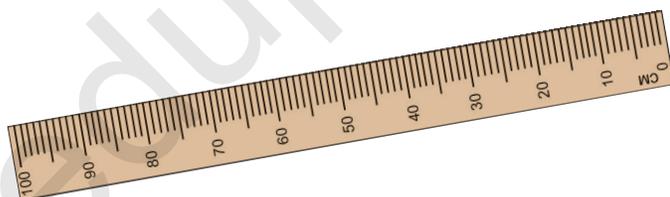
6. Дар асоси натиҷаҳои гирифташуда хулосаатонро нависед.

МАШҒУЛОТИ АМАЛӢ. Ҳисобкунии зичии ҳавои хона, концентратсияи молекулаҳои гази хона ва адади онҳо (илова)

Чихозҳои лозимӣ: анероид – барометр ва хаткашаки ченкунӣ (1 м)



Анероид – барометр



Хаткашаки ченкунӣ

1. Ба нишондоди термометри дар барометр буда назар карда, ҳарорати дохили хонаро аниқ мекунад.

2. Бо ёрии анероид – барометр фишори дохили хона чен карда мешавад.

3. Бо ёрии хаткашаки ченкунӣ андозаҳои хонаро аниқ мекунад: дарозӣ, бар ва баландӣ.

4. Ҳарорат бо келвин (K), қимати фишор бо паскал (Pa) ифода карда мешавад.

5. Ҳаҷми хонаро аниқ кунед. ($V = a \cdot b \cdot c$).

6. Дар асоси муодилаи Менделеев – Клапейрон зичии ҳавои хонаро

аниқ кунед $\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$.

Хотирнишон: дар вақти ҳисобкунӣ массаи молии ҳаворо 29 г/мол гуфта гиред.

7. Концентрацияи молекулаҳои газро бо ифодаи $n = \frac{P}{k \cdot T}$ ҳисоб кунед.

8. Адади молекулаҳои гази хонаро бо ифодаи $N = n \cdot V$ ҳисоб кунед.

9. Дар асоси қимати бузургиҳои гирифта ва ҳисоб намуда ҷадвали зеринро пур карда хулоса навишта мешавад.

1	Андозаҳои хона	Дарозиаш $a = \dots$ м, бараш $b = \dots$ м, баландиаш $c = \dots$ м	
2	Ҳарорати ҳавои хона	\dots °С	\dots К
3	Фишори ҳавои хона	\dots мм сутуни симоб	\dots Па
4	Ҳаҷми хона	\dots м ³	
5	Зичии ҳавои хона	\dots кг/м ³	
6	Концентрацияи молекулаҳои гази хона	\dots м ⁻³	
7	Адади молекулаҳои гази хона	\dots то	
8	Массаи ҳавои хона	\dots кг	
Хулоса:			

§ 14. ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Масъалаи 1. Гази идеалӣ аз ҳаҷми 6 л то ҳаҷми 4 л фишурда шуд. Дар ин фишори газ ба 0,6 фишори атмосферии мӯътадил зиёд шуд. Фишори ибтидоии газ чӣ қадар будааст? Фишори атмосфериро 100 кПа гуфта гиред.

Дода шудааст:

$$T = \text{const}$$

$$V_1 = 6 \text{ л} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$V_2 = 4 \text{ л} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$p_2 = p_1 + 0,6 \cdot p_{\text{атм}}$$

$$p_{\text{атм}} = 100 \text{ кПа} = 10^5 \text{ Па.}$$

Ёфтан лозим:

$$p_1 = ?$$

Формулааш:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2;$$

$$p_1 V_1 = (p_1 + 0,6 p_{\text{атм}}) \cdot V_2;$$

$$p_1 = \frac{0,6 \cdot p_{\text{атм}} \cdot V_2}{V_1 - V_2}.$$

$$[p_1] = \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3}{\text{м}^3} = \text{Па.}$$

Ҳисобкунӣ:

$$p_1 = \frac{0,6 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-3} - 4 \cdot 10^{-3}} \text{ Па} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Ҷавоб: $p_1 = 120 \text{ кПа.}$

Масъалаи 2. Дар ҳарорати $27\text{ }^\circ\text{C}$ гази идеалии массааш $2,6\text{ кг}$ тахти поршен ҳаҷми $1,3\text{ м}^3$ -ро ишғол карда истодааст. Газ изобарӣ васеъ шуда зичии он ба $1,2\text{ кг/м}^3$ баробар шавад, ҳарорати гази тахти поршен чӣ қадар мешавад?

Дода шудааст:

$$p = \text{const}$$

$$T_1 = 300\text{ К}$$

$$m = 2,6\text{ кг}$$

$$V_1 = 1,3\text{ м}^3$$

$$\rho_2 = 1,2\text{ кг/м}^3.$$

Ёфтан лозим:

$$T_2 = ?$$

Формулааш:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$m = \rho \cdot V \text{ ва } \rho_1 \cdot V_1 = \rho_2 \cdot V_2;$$

$$T_2 = \frac{\rho_1}{\rho_2} T_1. \quad [T_2] = \frac{\text{кг/м}^3}{\text{кг/м}^3} \text{ К} = \text{К}.$$

Ҳисобкунӣ:

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} = \frac{2,6\text{ кг}}{1,3\text{ м}^3} = 2\text{ кг/м}^3.$$

$$T_2 = \frac{2}{1,2} 300\text{ К} = 500\text{ К}.$$

Ҷавоб: $T_2 = 500\text{ К}.$

Масъалаи 3. Ҳарорати газ бо равиши изохорӣ ба $12\text{ }^\circ\text{C}$ гарм карда шавад, фишори газ ба $1/75$ қисми фишори ибтидоӣ зиёд шуд. Ҳарорати ибтидоии газ чӣ қадар буд?

Дода шудааст:

$$V = \text{const}$$

$$\Delta T = 12\text{ К}$$

$$T_2 = T_1 + \Delta T$$

$$p_2 = p_1 + \frac{1}{75} p_1.$$

Ёфтан лозим:

$$T_1 = ?$$

Формулааш:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}; \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_1 + \frac{1}{75} p_1}{T_1 + \Delta T};$$

$$T_1 + \Delta T = T_1 \cdot \left(1 + \frac{1}{75}\right) \text{ аз ин ба}$$

$$T_1 = 75 \cdot \Delta T \text{ соҳиб мешавем.}$$

Ҳисобкунӣ:

$$T_1 = 75 \cdot 12\text{ К} = 900\text{ К}.$$

Ҷавоб: $T_1 = 900\text{ К}.$

Масъалаи 4. Ҳангоми дар кӯл хубобчаи ҳаво аз чуқурии 30 м ба рӯи об баромадан, ҳаҷми он чанд маротиба зиёд мешавад? Ҳарорат дар қисми поёни ва болоии об тағйирнопазир ҳисобед.

Дода шудааст:

$$h = 30\text{ м}$$

$$p_0 = 10^5\text{ Па}.$$

Ёфтан лозим:

$$\frac{V_2}{V_1} = ?$$

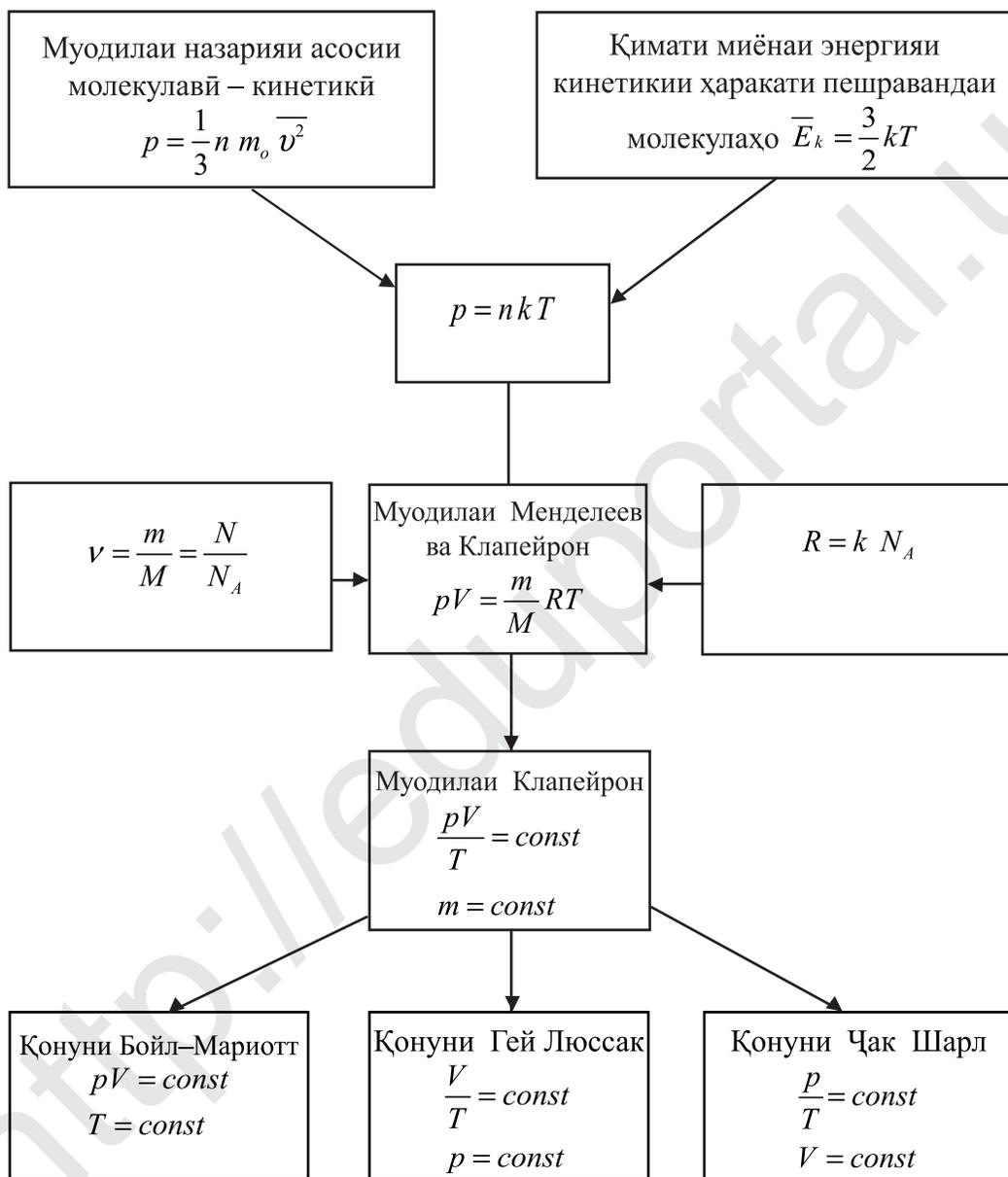
Ҳал: $T = \text{const}$ – аз муодилаи чараёни изотермӣ $p_1 V_1 = p_2 V_2$ истифода мебарем, дар ин ҷо p_1 – фишори ҳавои дохили хубобчаи зерин истода, он ба суммаи фишори атмосферӣ ва фишори сутуни об баробар: $p_1 = p_0 + \rho g h$, p_2 – фишори ҳавои дохили пуфакчаи дар рӯи об барои мада, ин баробари фишори атмосферист, яъне $p_2 = p_0$. Аз ин $(p_0 + \rho g h) \cdot V_1 = p_0 \cdot V_2$. Аз ин ифода бармеояд, ки: $\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_0 + \rho \cdot g \cdot h}{p_0} = \frac{10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 30}{10^5} = 4.$

Ҷавоб: 4.



1. Дар ҳарорати $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ фишори гази дохили зарфи сарбаст баробари 900 кПа буд. Агар гази тафсонада ба ҳарорати $227\text{ }^{\circ}\text{C}$ расонида шавад, фишори гази зарф ба кадом қимат мерасад?
2. Баллон гази ҳарораташ $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ дорад. Агар $0,4$ қисми газ баромада равад ва ҳарораташ ба $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ паст шавад, фишори гази дохили зарф чӣ хел тағйир меёбад?
3. Гази идеалии ҳарорати ибтидоиаш $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ изобарӣ васеъ шуда, ҳаҷми он 24% афзуд. Ҳарорати интиҳои он чӣ гуна шуд?
4. Гази идеалии фишораш тағйирнопазир аз ҳарорати $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ то ҳарорати $117\text{ }^{\circ}\text{C}$ гарм карда шавад, ҳаҷми газ ба чанд фоиз зиёд мешавад?
5. Ҳубобчаи ҳаво аз тағи ҳавзаи об то рӯи он баромадан $3,5$ маротиба калон шуд. Чуқурии ҳавзаи об чӣ қадар аст? Ҳарорати қисмҳои паст ва болои обро як хел гуфта ҳисоб кунед.
- 6*. Ҳангоми гази зарфи сарбастро ба 120 К гарм кардан, фишори он ду маротиба зиёд шуда бошад, ҳарорати ибтидоии газ чӣ гуна будааст?
- 7*. Бо равиши изобарӣ ба 10 К зиёд кардани ҳарорати газ, ҳаҷми он нисбат ба ҳаҷми ибтидоӣ ба $1/20$ қисми он зиёд шуд. Ҳарорати ибтидоии газ ёфта шавад.
- 8*. Гази идеалии массааш 3 кг таҳти поршени озод ҳаракаткунанда дар ҳарорати $127\text{ }^{\circ}\text{C}$ ҳаҷми $2,5\text{ м}^3$ -ро ишғол мекунад. Дар кадом ҳарорат зичии гази таҳти поршен ба 2 кг/м^3 баробар мешавад.

**Муносибатҳое, ки аз муодилаҳои асосии назарияи молекулавӣ –
кинетикии гази идеалӣ бармеояд**



СУПОРИШҶОИ ТЕСТӢ ОИДИ ТАКРОРИ БОБИ I

1. Чӣ гуна бузургии физикӣ адади Авогадро номида мешавад?

- A) Адади атомҳои 12 г карбон; B) Адади зарраҳои 1 мол модда;
C) Адади молекулаҳои 18 г об; D) Ҳамаи ҷавобҳо дуруст аст.

2. Массои оксигени миқдори моддааш 25 молро ёбед (г).

- A) 144; B) 800; C) 270; D) 600.

3. Дар 27 г об чанд мол модда мавҷуд аст?

- A) 2; B) 1,8; C) 0,9; D) 1,5.

4. Миқдори моддаи гази нитрогени адади молекулаҳоиаш $2,4 \cdot 10^{24}$ -то буда, ба чӣ баробар аст (мол)?

- A) 2; B) 4; C) 1,5; D) 3.

5. 5 мол об чӣ қадар ҳаҷмро ишғол мекунад (см^3)?

- A) 2; B) 90; C) 64; D) 18.

6. Агар ҳаҷми газ 2 маротиба зиёд шуда қимати миёнаи квадратии суръати молекулаҳо 2 маротиба кам шавад, фишори газ чӣ қадар тағйир меёбад?

- A) 4 маротиба меафзояд; B) 8 маротиба кам мешавад;
C) 4 маротиба кам мешавад; D) 8 маротиба зиёд мешавад.

7. Қимати миёнаи квадратии суръати молекулаҳои гази идеалии дохили зарфи сарбаст 30 % зиёд шавад, фишори газ чӣ гуна тағйир меёбад?

- A) 25 % меафзояд; B) 69 % меафзояд;
C) 10 % меафзояд; D) 20 % меафзояд.

8. Қимати миёнаи энергияи кинетикии гази идеалии якатомаи фишораш $4 \cdot 10^5$ Па ва ҳаҷмаш 2 м^3 ро ёбед (Ҷ).

- A) $1,8 \cdot 10^5$; B) $1,2 \cdot 10^6$; C) $2,4 \cdot 10^5$; D) $4 \cdot 10^5$.

9. Ҳарорати гази гелии баллон аз 27°C то 227°C бардошта шавад, зичии газ чӣ хел тағйир меёбад?

- A) 4 маротиба меафзояд; B) 2 маротиба меафзояд;
C) 3 маротиба меафзояд; D) Тағйир намеёбад.

10. Ҳарорати гази оксигени баллон аз 227°C то 127°C паст шавад, концентратсияи молекулаҳои гази он чӣ хел тағйир меёбад?

- A) 4 маротиба меафзояд; B) 2 маротиба меафзояд;
C) 4 маротиба кам мешавад; D) Тағйир намеёбад.

11. Ҳарорати мутлақи газ 4 маротиба зиёд шавад, қимати миёнаи квадратии суръат чанд маротиба зиёд мешавад?

- A) 2; B) $\sqrt{3}$; C) 4; D) 3.

12. Ҳарорати мутлақи газ чанд маротиба зиёд шавад, қимати миёнаи квадратии суръат ду маротиба зиёд мешавад?

- А) 2 маротиба; В) 16 маротиба; С) 8 маротиба; Д) 4 маротиба.

13. Дар ҳарорати 400 К ва фишори 138 кПа концентратсияи молекулаҳои газ ба чӣ баробар аст (m^{-3})?

- А) $2,5 \cdot 10^{25}$; В) $5 \cdot 10^{25}$; С) $1,38 \cdot 10^7$; Д) $2,76 \cdot 10^6$.

14. 50 мол газ таҳти фишори 75 кПа ва ҳарорати 27 °С чӣ қадар ҳаҷмро ишғол мекунад?

- А) 8,31; В) 1,662; С) 31; Д) 6,2.

15. Фишори ду мол гази ҳарораташ 27°С-ро ёбед (Па). Ҳаҷми газро ба 4 л робари гуфта гиред.

- А) $6,12 \cdot 10^5$; В) $5,45 \cdot 10^5$; С) $12,46 \cdot 10^5$; Д) $24,9 \cdot 10^5$.

16. Фишори газ 12 маротиба зиёд шуда, ҳаҷми он 3 маротиба кам шуда бошад, чӣ гуна тағйир ёфтани ҳарорати мутлақи онро аниқ кунед.

- А) 3 маротиба кам мешавад; В) 3 маротиба меафзояд;
С) 10 маротиба меафзояд; Д) 4 маротиба меафзояд.

17. Бойл - Мариотт оиди параметрҳои газ чӣ гуна вобастагиро омӯхтааст?

- А) $p \sim V$; В) $p \sim 1/V$; С) $p \sim T$; Д) $V \sim T$.

18. Дар ҳаёти изотермӣ фишори газ 2 маротиба зиёд шуд. Дар ин қимати миёнаи квадратии суръати молекулаҳо чӣ хел тағйир меёбад?

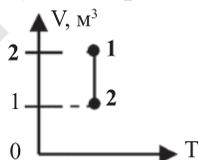
- А) 2 маротиба зиёд мешавад; В) 2 маротиба кам мешавад;
С) Тағйир намеёбад; Д) 4 маротиба зиёд мешавад.

19. Дар ҳаёти изотермӣ фишори газ 4 маротиба афзуд. Дар ин ҳол қимати миёнаи квадратии суръати молекулаҳо чӣ хел тағйир меёбад?

- А) 2 маротиба зиёд мешавад; В) 4 маротиба кам мешавад;
С) Тағйир намеёбад; Д) 2 маротиба кам мешавад.

20. Агар мисли тасвири расм газ аз ҳолати 1 ба ҳолати 2 гузарад, фишори он чӣ хел тағйир меёбад?

- А) 4 маротиба зиёд мешавад; В) 4 маротиба кам мешавад;
С) Тағйир намеёбад; Д) 2 маротиба зиёд мешавад.



21. Кӣ дар таҷриба вобастагии ҳарорат ба ҳаҷми гази идеалии фишораш тағйирнопазирро омӯхтааст?

- А) Гей-Люссак; В) Шарл; С) Бойл-Мариотт; Д) Штерн.

22. Ифодаи чараёни изобарӣ барои гази идеалиро нишон диҳед.

- А) $p = nkT$; В) $pV = \text{const}$; С) $V/T = \text{const}$; Д) $p/T = \text{const}$.

23. Ба мазмуни ин ҷумла мувофиқ фикрро давом диҳед. Дар чараёни изохорӣ

- А) p ва T тағйир меёбад, V собит мемонад;
В) P ва V тағйир меёбад, T собит мемонад;
С) V ва T тағйир меёбад, p собит мемонад;
Д) Ҳамаи параметрҳо тағйир меёбад.

24. Гази идеалии зарфи сарбастии ҳарораташ -96°C то ҳарорати 81°C гарм карда шавад, фишори он чанд маротиба тағйир меёбад?

- А) 3; В) 2; С) 1,18; Д) 2,21.

25. Гази дохили баллон дар ҳарорати 57°C дорои фишори 10^5 Па бошад, дар кадом ҳарорат фишори вай $3 \cdot 10^5$ Па мешавад ($^\circ\text{C}$)?

- А) 990; В) 171; С) 444; Д) 717.

26. Ҳангоми ҳарорати гази баллон ба 400 K зиёд шудан, фишори он 3 маротиба афзуда бошад, ҳарорати интиҳои газро аниқ кунед (К).

- А) 450; В) 900; С) 750; Д) 600.

27. Мавриди лампаи тафсониро даргиронидан ҳарорати он аз 7°C то 287°C бардошта шавад, фишори гази дохили он чанд маротиба меафзояд?

- А) 3 маротиба; В) 4 маротиба; С) 1,5 маротиба; Д) 2 маротиба;

28. 2 мол гази идеалӣ дар ҳарорати 400 K ба фишори 400 кПа соҳиб бошад, ҳаҷми он ба чӣ баробар?

- А) 831 л; В) 8,31 л; С) 16,62 л; Д) 41,5 л.

29. Дар шароити мӯътадил зарфи сарпӯш бо газҳои массаашон баробари ҳидроген, нитроген ва оксиген пур карда шудааст. Фишори парсиалии кадоме аз газҳо аз ҳама калон мешавад?

- А) ҳидроген; В) оксиген; С) нитроген; Д) фишорҳо баробаранд.

30. Фишори газ $16,6\text{ кПа}$, зичиаш $0,02\text{ кг/м}^3$, массаи молии он 2 г/мол . Ҳарорати газро ёбед (К).

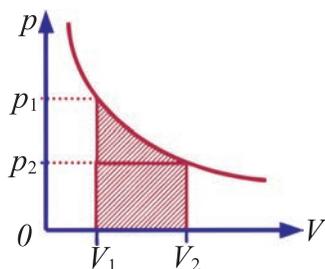
- А) 2; В) 200; С) 275; Д) 473.

ХУЛОСАҶОИ МУҲИМ АЗ РӮИ БОБИ I

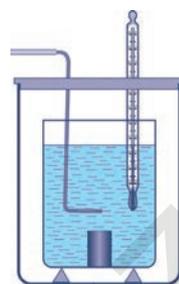
Назарияи молекулавӣ-кинетикӣ ба се қоидаи ҳаракат карда, дар таҷрибаҳо исбот ёфта асос карда мешавад	<ol style="list-style-type: none"> 1. Моддаҳо аз зарраҳо – атом ва молекулаҳо ташкил ёфтаанд. 2. Атом ва молекулаҳо беист ва бетартиб ҳаракат мекунанд. 3. Атом ва молекулаҳо таъсири мутақобила мекунанд.
Ҳаракати Броунӣ дорои хусусиятҳои зеринанд:	Ҳаракати Броунӣ аз ҳаракати беист ва бетартибона иборат аст. Траекторияи ҳаракати Броунӣ аз хатҳои мураккаби шикаста иборат аст. Ҳаракати Броунӣ ба андозаи зарра вобаста аст.
Ченаки молекулаҳо	Андозаи молекулаҳо дар тартиби $10^{-10} - 10^{-8}$ -м мешаванд.
Доимии Авогадро	Адади молекулаҳои микдори 1 моли модда ба шарафи олими италиявӣ Амедео Авогадро доимии Авогадро номида мешавад. Доимии Авогадро бузургии физикии фундаменталӣ буда, қимати ададии он ба $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ мол ⁻¹ баробар аст.
Массаи молӣ	Массаи ҳар гуна моддаи микдораш 1 мол массаи молӣ номида мешавад.
Воҳиди массаи атомӣ	Ба сифати воҳиди массаи атомӣ (u) $1/12$ қисми массаи атоми карбон қабул карда шудааст, яъне: $1 u \approx 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг.
Массаи нисбии молекулавӣ	Нисбати массаи атоми моддаи додашуда (m_0) бар $1/12$ қисми массаи атоми карбон ($m^{\circ}C$) массаи нисбии атоми ҳамин модда номида мешавад.
Концентратсияи молекулаҳо	Адади молекулаҳои воҳиди ҳаҷм концентратсияи молекулаҳо мешавад. $n = \frac{N}{V}; \quad [n] = \frac{1}{M^3}.$

Гази идеалӣ	Назар ба модели фарзии газ, ки гази идеалӣ номида мешавад: масофаи байни молекулаҳои газро ташкилдода ҳамон қадар калон, ки таъсири мутақобли байни молекулаҳо ба ҳисоб гирифта намешавад; -ҳаҷми хусусии молекулаҳои газ ба ҳисоб гирифта намешавад, аз ин рӯ молекулаҳои газро нуқтаи материалӣ пиндоштан мумкин.
Гази реалӣ	Газе, ки хосиятҳои ба таъсири мутақобили молекулаҳо вобаста аст, гази реалӣ номида мешавад.
Ҳарорат	Ҳарорат – бузургии физикиест, ки аз ҷиҳати миқдор ҳолати гармии моддаро муайян мекунад: $\bar{E}_k = \frac{3}{2} \cdot k T.$
Доимии Болтсман	Доимии Болтсман байни қимати миёнаи энергияи кинетикии молекулаҳои газ ва ҳарорат коэффициентҳои робитавиро ифода мекунад. Қимати ададии он ба $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Ҷ/К баробар аст.
Доимии универсалии газҳо	Ҳосили зарби доимии Болтсман k ва доимии Авогадро N_A доимии универсалии газ гуфта қабул шудааст. Қимати ададии он ба $R = 8,31 \frac{\text{Ҷ}}{\text{мол} \cdot \text{К}}$ баробар аст.
Фишори гази идеалӣ	Фишори гази идеалӣ ба консентратсияи молекулаҳо ва ҳарорати он мутаносиби роста аст, яъне: $p = nkT$.
Ҳарорати ноли мутлақ	Ҳарорати ноли мутлақ ҳарорати басо пасттарини имконпазир буда, дар ин гуна ҳарорат ҳаракати молекулаҳои модда қатъ меёбад.
Муносибати байни шкалаҳои Селсий ва Келвин	Муносибати байни шкалаҳои Селсий ва Келвин формулаи гузаштан аз шкалаи Селсий ба шкалаи Келвин ин тавр ифода карда мешавад: $T = t + 273$.

Қимати миёнаи квадратии суръати ҳаракати ҳароратии молекулаҳо	$\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$
Тақсимои молекулаҳо аз рӯи суръат	Соли 1859 физики англис Ч Максвелл бо роҳи назариявӣ молекулаҳои газ дар ягон ҳарорат бо суръатҳои гуногун ҳаракат намуданашро, яъне тақсимои молекулаҳо аз рӯи суръатро муайян намуд.
Таҷрибаи Штерн	Таҷрибаи Штерн дурустии назарияи молекулавӣ – кинетикӣ, инчунин таълимоти Максвеллии тақсимои молекулаҳои газ аз рӯи, яъне тақсимои молекулаҳо аз рӯи суръатҳояшонро тасдиқ намуд.
Муодилаи Менделеев – Клапейрон	Муодилаи Менделеев - Клапейрон муодилаи ҳолати гази идеалӣ буда, вобастагии байни масса, массаи молӣ, фишор, ҳаҷм ва ҳароратро ифода мекунад: $pV = \frac{m}{M} RT.$
Қонуни Бойл - Мариотт Ҷараёни изотемӣ	Ҷараёни тағйирёбии ҳолати гази идеалӣ ҳангоми доимӣ будани ба масса ($m = \text{const}$) ва ҳарорат ($T = \text{const}$) ҷараёни изотермӣ номида мешавад. Дар ҳарорати тағйирнопазир фишори гази массааш додашуда бо равиши мутаносиби чаппа бар ҳаҷми он тағйир меёбад, яъне: $p \sim 1/V$ ё ки $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$.
Қонуни Гей – Люссак Ҷараёни изобарӣ	Ҷараёни тағйирёбии ҳолати газ ҳангоми собит будани массаи гази идеалӣ m ($m = \text{const}$) ва фишори он ($p = \text{const}$) ҷараёни изобарӣ номида мешавад. Дар шароити фишори доимӣ ҳаҷми гази массааш додашуда бо равиши мутаносиби роста бар ҳарорат тағйир меёбад, яъне: $V \sim T$. $\frac{V}{T} = \text{const} \quad \text{ё ки} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}.$
Қонуни Чак Шарл Ҷараёни изохорӣ	Ҷараёни тағйирёбии ҳолати газ ҳангоми собит будани массаи гази идеалӣ m ($m = \text{const}$) ва ҳаҷми он ($V = \text{const}$) ҷараёни изохорӣ номида мешавад. Дар шароити собит будани ҳаҷм фишори массаи гази додашуда бо равиши мутаносиби бар ҳарорат тағйир меёбад, яъне: $p \sim T$ $\frac{p}{T} = \text{const} \quad \text{ё ки} \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}.$



БОБИ II ЭНЕРГИЯИ ДОХИЛӢ ВА ЭЛЕМЕНТӢОИ ТЕРМОДИНАМИКА



Дар чараёнҳои гунугуни дар системаи макроскопӣ энергияи содир шу-
даистода аз як намуд ба намуди дигар мегузарад. Қисми физикаи молеку-
лярӣ, ки муносибати дохили чараёнҳои физикиро меомӯзад **термодинами-**
ка номида мешавад. Дар термодинамика хосияти ҷисмҳо фақат аз нуқтаи
назари мубодилаи энергия омӯхта шуда ба сохти молекулавии онҳо эъти-
бори алоҳида дода намешавад.

§15. ЭНЕРГИЯИ ДОХИЛӢ

Дар асоси назарияи молекулавӣ – кинетикӣ ҳамаи молекулаҳои ҷисмро
ташқилдода ҳаракати бетартибона мекунанд. Суммаи энергияи кинетикии
тамоми зарраҳои ҷисмро ташқилдода ва тамоми энергияи потенциалии таъ-
сири мутақобили молекулаҳо ба энергияи дохилии ин ҷисм (модда) баробар
аст, яъне:

$$U = E_k + E_n. \quad (1)$$

Дар ин ҷо дар ҳолати мувофиқ E_k ва E_n энергияҳои кинетикӣ ва
потенциалии тамоми молекулаҳои ҷисмро ташқилдода аст.

Ҳисобкунии энергияи дохилии гази идеалӣ чун ҳисобкунии ҷисмҳои
сахт ва моеъ мураккаб нест. Аз сабаби молекулаҳои гази идеалӣ таъсири
мутақобил надоштанишон энергияи потенциалии таъсири мутақобили
онро баробари сифр гуфтан мумкин. Дар ин ҳол энергияи дохилии гази
идеалӣ ба суммаи энергияҳои кинетикии ҳаракати бетартибонаи тамоми
молекулаҳои онро ташқилдода баробар мешавад, яъне:

$$U = E_{k1} + E_{k2} + \dots + E_{kn}. \quad (2)$$

Қимати миёнаи энергияи кинетикии молекулаҳои гази идеалӣ ба
 $\bar{E}_k = \frac{3}{2}kT$ баробар буданаширо ба эътибор гирифта, ифодаи (2)-ро чунин
менависем:

$$U = N \cdot \bar{E}_k = \frac{3}{2}NkT. \quad (3)$$

Ҳамин тавр, $N = \frac{m}{M} \cdot N_A$ ва $k \cdot N_A = R$ буданашро ба ҳисоб гирем ифодаи (3) ба намуди зерин меояд:

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT. \quad (4)$$

Ифодаи (4) имконияти ҳисобкунии энергияи дохилии гази идеалиро медиҳад. Бинобар ин, энергияи дохилии гази идеалӣ ба ҳосили зарби масса ва ҳарорати мутлақи он мутаносиби роста, ба массаи молии он мутаносиби чаппа будааст.

Мавриди системаи термодинамикӣ аз як ҳолат ба ҳолати дигар гузаштан, тағйирёбии энергияи дохилии он муҳим ҳисоб меёбад. Тағйирёбии энергияи дохилӣ гуфта, фарқи байни энергияҳои ҳолатҳои ибтидоӣ ва интиҳои система фаҳмида мешавад, яъне:

$$\Delta U = U_2 - U_1. \quad (5)$$

Агар ҳарорати газ аз T_1 то T_2 тағйир ёбад, дар ифодаи (4) тағйирёбии энергияи дохилии онро чунин навиштан мумкин:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T. \quad (6)$$

Назар ба муодилаҳои ҳолати гази идеалӣ $pV = \frac{m}{M} RT$ буданаш баробарии (4) - ро дар намуди зерин навиштан мумкин:

$$U = \frac{3}{2} p V. \quad (7)$$

Аз баробарии (7) энергияи дохилии газ ба ҳаҷм ва фишор ҳам вобаста буданаш намоён аст. Муодилаҳои (4) ва (7)- ро барои газҳои якатома нависем:

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT = \frac{3}{2} pV. \quad (8)$$

Энергияи дохилии ҳар гуна газҳо ба ҳолати ҳароратии онҳо вобаста аст. Бо тағйирёбии ҳолати ҳароратии ҷисм энергияи дохилии он ҳам тағйир меёбад. Модда аз як ҳолати агрегатӣ ба ҳолати дигари агрегатӣ гузарад, масалан: мавриди аз ҳолати моеъ ба ҳолати газӣ гузаштан ва аз ҳолати сахтӣ ба ҳолати моеъгӣ гузаштан энергияи дохилии он тағйир меёбад. Вақти аз ҳолати сахтӣ ба ҳолати моеъ гузаштан энергияи дохилии он зиёд шавад, баръакс аз ҳолати моеъ ба ҳолати сахтӣ гузарад, энергияи дохилии он кам мешавад. Инчунин, модда аз ҳолати моеъгӣ ба ҳолати газӣ гузарад, энергияи дохилии он меафзояд.

Намунаи ҳалли масъала

Гази аргони миқдораш 12 мол аз 12 °С то -88 °С хунук карда шавад, энергияи дохилии он чӣ хел тағйир меёбад?

Дода шудааст:

$$\nu = 12 \text{ мол}$$

$$T_1 = 12^\circ\text{C} + 273 = 285 \text{ K}$$

$$T_2 = -88^\circ\text{C} + 273 = 185 \text{ K}$$

Ёфташ лозим:

$$\Delta U = ?$$

Формулаш:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1).$$

$$[U] = \text{мол} \cdot \frac{\text{Ч} \cdot \text{К}}{\text{мол} \cdot \text{К}} = \text{Ч}$$

Ҳисобкунӣ:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 12 \cdot 8,31 \cdot (185 - 285) =$$

$$= -14958 \text{ Ч} \approx -15 \text{ кЧ}.$$

Ҷавоб: ба $\Delta U = 15 \text{ кЧ}$ кам мешавад.



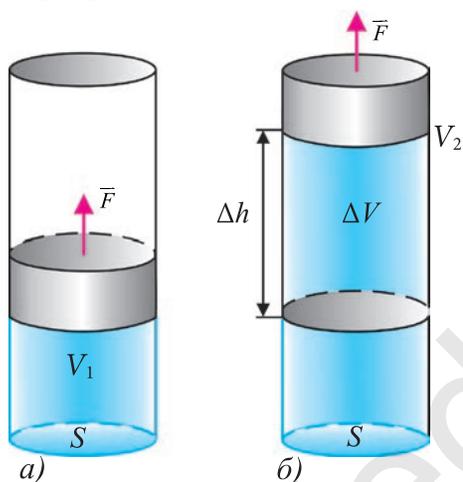
1. Термодинамика чиро меомӯзад?
2. Энергияи дохилии гази идеалӣ гуфта чиро мефаҳмед?
3. Ифодаи ҳисобкунии энергияи дохилии гази идеалиро нависед ва эзоҳ диҳед.
4. Газ изобарӣ васеъ шавад, энергияи дохилии он чӣ хел тағйир меёбад?



1. Массайи гази аргони ҳарораташ 47 °С ва энергияи дохилиаш 80 кЧ-ро аниқ кунед.
2. Ҳаҷми гази идеалии якатома 0,4 м³ ва энергияи дохилиаш 45 кЧ бошад, фишори он ба чӣ баробар аст?
3. Гази неони миқдораш 3 мол аз 40 °С то -80 °С хунук карда шавад, энергияи дохилии он чӣ хел тағйир меёбад?
4. Гази гелийи массааш 80 г аз 20 °С то -70 °С тафсонида шавад, энергияи дохилии он чӣ хел тағйир меёбад?
5. Ҳарорати гази идеалии якатомаи зарфи 4 · 10²⁵-то молекула дошта ба 72 К зиёд карда шавад, энергияи дохилии он чӣ гуна тағйир меёбад?
6. Ҳаҷми гази идеалии якатомаи тахти фишори 10⁵ Па истода, бо тарзи изобарӣ аз 300 см³ то 500 см³ зиёд шуд. Дар ин энергияи дохилии газ чӣ қадар тағйир ёфтааст?
7. Ҳангоми лампаи тафсонииш фурузон шудан, ҳарорати дохилии он аз 17 °С то 307 °С баланд шавад, энергияи дохилии гази андаруни он чанд маротиба меафзояд?

§ 16. КОР ДАР ТЕРМОДИНАМИКА

Ба тағйирёбии энергияи дохилии ягон система чараёнҳои иҷрои кор ва мубодилаи гармӣ сабаб мешавад. Дар бисёр чараёнҳои дар газ содиршаванда ҳаҷми он тағйир меёбад. Барои газ ягон ҳаҷмро ишғол намуда истоданаш, бояд дохили зарфи сарбаст, зери таъсири ягон қувваи берунӣ шуданаш лозим. Фарз мекунем гази массааш m зери поршени озод ғечандаи зарфи цилиндрий истода бошад (расми 19, *a*). Ҳарорати газ дар ин ҳолат T_1 , ҳаҷмаш V_1 ва фишорааш p_1 бошад. Агар газро ба тарзи изобарӣ то ҳарорати T_2 тафсонем (аз озод ғечиши поршен фишори газ тағйирнопазир меҳисобем, яъне $p_1=p_2$) васеъ шуда ҳаҷми V_2 -ро ишғол мекунад (расми 19, *b*). Ҳаҷми газ тағйир ёбад, вай муқобили қувваи фишори берунӣ кор иҷро мекунад. Газ тафсонида шавад, дар натиҷаи бархӯрди молекулаҳои газ ба поршен, поршенро ба ягон масофаи Δh меғечонад ва кор иҷро мекунад.



Расми 19.

Назар ба формулаи кори механикӣ кори иҷро намудаи газ муқобили қувваи берунӣ чунин мешавад:

$$A = F \cdot \Delta h. \quad (1)$$

Аз таърифи фишор $F = p \cdot S$ -ро ба эътибор гирем ифодаи (1) ба намуди зайл меояд:

$$A = p \cdot S \cdot \Delta h = p \cdot \Delta V \quad (2)$$

дар ин чо $\Delta V = V_2 - V_1$ тағйирёбии ҳаҷми газ.

Бинобар ин, кори иҷрокардаи газ дар васеъшавии изобарӣ ба ҳосили зарби фишори газ ва тағйироти ҳаҷм баробар будааст. Дар ин чараён газ васеъ шуда муқобили қувваҳои берунӣ кори мусбат иҷро мекунад, чунки самти таъсири қувва ва самти кӯчиши поршен як хел аст.

Инчунин газ фишурда шавад, қувваҳои берунӣ бар газ кор иҷро мекунанд.

Дар харду ҳолати дар расми 19 тасвирёфта, яъне ба чараёни васеъшавии изобарӣ муодилаи Менделеев-Клапейронро навишта,

$$pV_1 = \frac{m}{M} RT_1 \quad \text{va} \quad pV_2 = \frac{m}{M} RT_2 \quad (3)$$

онҳоро аз якдигар тарҳ мекунем:

$$pV_2 - pV_1 = \frac{m}{M}RT_2 - \frac{m}{M}RT_1 \quad \text{ё ки} \quad p(V_2 - V_1) = \frac{m}{M}R(T_2 - T_1) \quad (4)$$

Агар $T_2 - T_1 = \Delta T$ ва $V_2 - V_1 = \Delta V$ гуфта гирем, ифодаи (4) ба намуди

$$p \Delta V = \frac{m}{M}R \Delta T. \quad (5)$$

Назар ба ифодаи (5) газ изобарӣ ба ҳарорати ΔT тафсониди шавад, кори бар қувваҳои берунӣ иҷро намудаи он чунин муайян карда мешавад:

$$A = p \Delta V = \frac{m}{M}R \Delta T, \quad (6)$$

Ин ифодаро ба миқдори 1 мол газ нависем, вай ба намуди зерин меояд:

$$A = R \Delta T. \quad (7)$$

Аз ин ифода барои доимии универсалии газӣ муносибати зерин бармеояд, яъне:

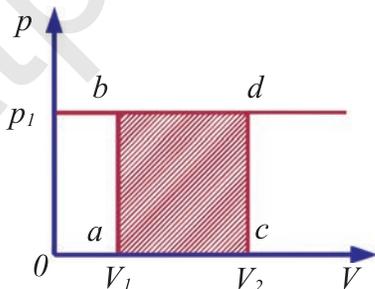
$$R = \frac{A}{\Delta T}.$$

Доимии универсалии газӣ аз ҷиҳати ададӣ ба кори иҷрокардаи газ мавриди як мол газро ба як келвин изобарӣ тафсонидан баробар аст.

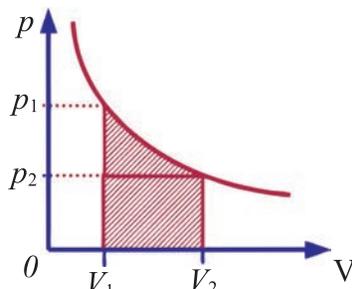
Маънидоди геометрии кори иҷрокардаи газ. Маънидоди геометрии кор ин эзоҳ додани кори иҷрошуда дар ҷараён бо роҳи геометрӣ аст. Дар ин график вобастагии фишори газ бар ҳаҷми он тасвир карда мешавад, масалан газ изобарӣ васеъ шавад (расми 20). Ҳаҷми гази соҳиби фишори тағйирнопазири p аз V_1 то V_2 васеъ шавад, кори иҷрошуда ба масоҳати росткунҷаи $abcd$ аз ҷиҳати ададӣ баробар аст, яъне:

$$A = p_1(V_2 - V_1) = |ab| \cdot |ac|.$$

Дар ҷараёни изотермӣ фишор нисбат ба ҳаҷм бо тарзи мутаносиби чаппа тағйир меёбад (расми 21). Дар ин ҳол кори иҷрокардаи газ ададан ба масоҳати штрих кардашудаи поёни графикаи изотерма баробар аст.



Расми 20.



Расми 21.

Намунаи ҳалли масъала

Гази оксигени зери поршен изобарӣ ба 64 К тафсонида шавад, газ бар қувваҳои берунӣ кори 16,6 кҶ иҷро мекунад. Массай оксиген чӣ қадар будааст?

Дода шудааст:

$$M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/мол}$$

$$\Delta T = 64 \text{ К}$$

$$p = \text{const}$$

$$A = 16,6 \text{ кҶ} = 16,6 \cdot 10^3 \text{ Ҷ.}$$

Ёфтан лозим:

$$m = ?$$

Формулааш:

$$A = \frac{m}{M} R \cdot \Delta T;$$

$$m = \frac{A \cdot M}{R \cdot \Delta T}.$$

$$[m] = \frac{\frac{\text{Ҷ} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{мол}}}{\text{Ҷ}}}{\frac{\text{мол} \cdot \text{К}}{\text{мол} \cdot \text{К}}} = \text{кг}$$

Ҳисобкунӣ:

$$m = \frac{16,6 \cdot 10^3 \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 64} \text{ кг} = 1 \text{ кг.}$$

Ҷавоб: $m = 1 \text{ кг.}$



1. Формулаи кори иҷрокардаи газро ҳангоми изобарӣ васеъшавӣ ҳосил кунед ва шарҳ диҳед.
2. Кори иҷрокардаи газ мавриди изобарӣ васеъшавиро ба воситаи тағйирёбии ҳарорат ифода кунед.
3. Фарқи байни кори механикӣ ва кори термодинамикӣ дар чист?



1. Гази зери фишори 160 кПа будаи зарфи силиндрӣ бо тарзи изобарӣ васеъ шуда, кори 48 кҶ иҷро намуд. Дар ин ҳаҷми газ чӣ қадар зиёд шудааст?
2. Ҳавои массааш 400 г, ки таҳти поршен аст, изобарӣ гарм карда шуд. Дар ин ҳол ҳаво васеъ шуда бар қувваҳои берунӣ кори 8 кҶ иҷро карда бошад, вай ба чанд градус гарм шудааст?
3. Гази идеалии таҳти фишори 100 кПа буда изобарӣ васеъ шуда, ҳаҷмаш аз 100 см³ то 300 см³ зиёд шуд. Газ чӣ қадар кор иҷро кардааст?
- 4*. Дар силиндри диаметри дохилиаш 5 см газ ҷойгир аст. Ба поршени цилиндр 50 Н қувваи берунӣ таъсир карда ҳаҷми газро 10 см³ хурд намуд. Пас аз гирифтани қувваи берунӣ газ васеъ шуда, ба ҳолати ибтидоӣ баргашт. Пас аз катъ шудани қувваи берунӣ гази фишурдашуда чӣ қадар кор иҷро кардааст?

§ 17. МИҚДОРИ ГАРМӢ

Мубодилаи гармӣ дар ҷисмҳо

Қараёни нақли энергия бе иҷрои кор аз як ҷисм ба ҷисми дигар мубодилаи гармӣ ё гарминақлкунӣ номида мешавад.



Бузургии физикие, ки дар вақти гарминақлкунӣ миқдори энергияи дохилии ба ҷисм додашуда ё ки гирифташуда миқдори гармӣ номида мешавад.

Воҳиди ченаки миқдори гармӣ бо воҳиди қор як ҳел, яъне Ҷоул аст. (1 Ҷ) ба-рои ҳисобкунии миқдори гармӣ бузургии физикии калория (1 кал) гуфта шуда ҳам дохил кардаанд. Миқдори гармиро бо ҳарфи Q ишорақунӣ қабул шудааст.



Миқдори гармие, ки ба $1\text{ }^\circ\text{C}$ гарм кардани 1 грамм оби дистиллатсия кардашуда лозим аст. 1 калория гуфта қабул кардаанд.

Яқҷоя бо калория килокалория ҳам истифода мешавад (1 ккал=1000 кал). Муносибати байни воҳиди миқдори гармӣ Ҷоул ва калория чунин ифода меёбад: $1\text{ Ҷ}=0,24\text{ кал}$ ё $1\text{ кал}=4,19\text{ Ҷ}$.

Дар ҷараёни гармнақлкунӣ ҳарорати ҷисм аз қимати t_1 ба қиммати t_2 тағйир ёфта бошад, миқдори гармии ҷисм гирифта ё гумкарда чунин ҳисоб карда мешавад:

$$Q = mc(t_2 - t_1) \quad (1)$$

Дар ин ҷо m -массаи ҷисм, c -коэффитсиенти пропорционалӣ буда, гармиғунҷоиши хоси модда гуфта мешавад, t_1 ҳарорати ҷисм дар муносибати $t_2 > t_1$ бошад, $Q > 0$ шуда, миқдори гармӣ гирифтани ҷисм ва баръакс дар муносибати $t_2 < t_1$ бошад, $Q < 0$ шуда миқдори гармии ҷисм додари ифода мекунад. Назар ба ифодаи (1) гармиғунҷоиши хоси модда чун зайл ҳисоб карда мешавад:

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

(2) Назар ба баробарии (2) воҳиди гармиғунҷоиши хос дар системаи байналҳалқии воҳидҳо $[c] = \frac{\text{Ҷ}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ буданаш бармеояд.



Бузургии физикие, ки барои ба $1\text{ }^\circ\text{C}$ тағйир додани ҳарорати моддаи массааш 1 кг миқдори гармии лозимиро ифода мекунад, гармиғунҷоиши хоси модда номида мешавад.

Дар ҷадвали зерин қимати ададии гармиғунҷоиши хоси моддаҳо оварда шудаанд.

	Намуди модда	Гармиғунҷоиши хос, Ҷ/ (кг·К)		Намуди модда	Гармиғунҷоиши хос, Ҷ/ (кг·К)
1	Сурб	130	6	Шиша	830
2	Нукра	230	7	Алюминий	890
3	Қалъагӣ	230	8	Ях	2100
4	Мис	390	9	Карасин	2140
5	Пӯлод	460	10	Об	4200

Муодилаи баланси гармӣ

Системаи ҷисмҳои омӯхта шуда истода аз ҷисмҳои гирду атроф ба дараҷаи кофӣ изолятсия карда шуда бошад, мо онро системаи маҳдуд мегӯем. Бо мурури вақт энергияи дохилии ҷисмҳои дар системаи маҳдуд буда тағйир намеёбад. Ба тариқи мисол системаи аз калориметр, об ва ҷисми металли тафсон иборатро дида мебароем. Дар ин байни ҷисмҳои дохили система мубодилаи гармӣ диҳад об ва зарф гармиро қабул мекунад.

Энергияи дохилии ҳамаи ҷисмҳои дар ҷараёни мубодилаи гармӣ иштироккарда то баробар шудани ҳарорати онҳо тағйир меёбад. Ҳарорати барқарор ёфта ҳарорати мувозинати термодинамикии системаи ҷисмҳо гуфта мешавад. Ҷараёни мубодилаи гармӣ бе ҳеҷ гуна иҷрои кор содир шавад, тағйироти энергияи дохилӣ аз ҳисоби гармшавии баъзе ҷисмҳо, хунукшавии ҷисмҳои дигар ба амал омаяд. Барои тавсифи ҷараёнҳои бе иҷрои кор фақат дар натиҷаи мубодилаи гармӣ содир шуда истода муодилаи баланси гармӣ (аз фаронсавии “balans”-мувозинат гирифта шудааст) тартиб дода мешавад. Ин муодила чунин эзоҳ меёбад:



Дар натиҷаи мубодилаи гармӣ, суммаи миқдори гармии нақлкардаи ҷисмҳои энергияи дохилиашон камшуда ба суммаи миқдори гармии ҷисмҳои энергияи дохилиашон афзуда баробар аст.

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = Q'_1 + Q'_2 + \dots + Q'_n \quad (3)$$

Дар ин Q_1, Q_2, \dots, Q_n – миқдори гармии ҷисмҳои гарм нақлкарда.

Q'_1, Q'_2, \dots, Q'_n миқдори гармии ҷисмҳои хунуктар қабул намуда.

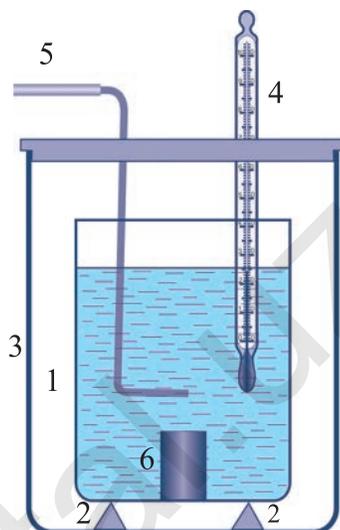
Муодилаи (3) муодилаи баланси гармӣ номида мешавад. Он барои ҷараёни мубодилаи гармӣ аз қонуни бақои энергия иборат буда, чунин таъриф меёбад:



Дар ҷараёни мубодилаи гармӣ миқдори гармӣ аз ҳеҷ пайдо намешавад ва аз ҳастӣ нест намешавад, фақат аз як ҷисм ба ҷисми дигар мегузарад.

Бо ёрии калориметр миқдори гармии ҷисм (модда) нақлкарда ё қабулкардари муайян кардан мумкин (расми 22). Калимаи *калориметр* маънои *чен кардани гармиро* дорад (аз латинии *calor*-гармӣ, *юнони метрео-ченкунӣ*). Зарфи дохилии калориметр аз зарфи металли девораш тунук 1 иборат, ки ба ду тақягоҳи 2 гармиро бадгузарони андаруни зарфи пластмассагӣ буда, гузошта шудааст. Ба калориметр термометр 4 ва омехтакунонда 5 мегузоранд.

Массаи якҷояи зарфи калориметр бо омехтақунанда m_1 ва гармиғунҷоиши хоси он c_1 бошад. Ба калориметр оби массааш m_2 мерезем. Гармиғунҷоиши хоси об c_2 , калориметр ва ҳарорати оби ба мувозинати гармӣ омада t_1 бошад. Ба калориметр θ оҳани тафсондашудаи ҳарорати t_2 , массаи m , гармиғунҷоиши хоси c доштара мефарорем. Мувозинати гармии калориметри обдори қарорёфта ва ҳарорати оҳан t бошад. Дар ин оҳани тафсондашуда аз t_2 то t_1 хунук шуда ба калориметр ва об миқдори гармии $Q = cm(t_2 - t_1)$ – ро медиҳад. Дар натиҷа ҳарорати калориметр ва об аз t_1 то t бардошта мешавад. Дар ин калориметр миқдори гармии $Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1)$ об бошад, $Q_2 = c_2 m_2 (t - t_1)$ – ро мегирад.



Расми 2.

Дар асоси қонуни бақои энергия миқдори гармии ҷисм нақлкарда ба суммаи миқдори гармии калориметр ва об гирифт а баробар аст:

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (4)$$

Масса ва гармиғунҷоиши хоси калориметр, об ва оҳанро дар ҳолати доништан, ҳароратҳои t_1 , t_2 ва t -ро чен карда, миқдори гармии оҳан нақлнамуа Q , миқдори гармии об ва калориметр қабулнамуа Q_1 ва Q_2 -ро ҳисоб кардан мумкин аст.

Ба ифодаи (4) Q , Q_1 ва Q_2 -ро гузошта ифодаи зерини муодилаи баланси гармиро ҳосил мекунем:

$$cm(t_2 - t) = c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_1). \quad (5)$$

Агар гармиғунҷоиши хоси c -и ҷисми ба калориметр андохташуда номаълум бошад, онро аз ифодаи (5) оварда баровардан мумкин:

$$c = \frac{(c_1 m_1 + c_2 m_2)(t - t_1)}{m(t_2 - t)}. \quad (6)$$

Ин гармиғунҷоиши хоси ҷисми ихтиёрии ба калориметр андохта шударо ифода мекунад.

Аз ин рӯ, бо ёрии калориметр гармиғунҷоиши хоси ҷисмҳои ихтиёриро муайян кардан мумкин будааст.

Намунаи ҳалли масъала

Об аз баландии 210 м ба поён чорӣ шуда истодааст. Кори қувваи вазнинӣ, ҳарорати обро чӣ қадар қадар мебардорад? Афтиши обро афтиши озод ҳисоб кунед.

Дода шудааст:

$$h = 210 \text{ м}$$

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2$$

$$c = 4200 \text{ Ҷ/(кг}\cdot\text{К)}.$$

Ёфтан лозим:

$$\Delta t = ?$$

Ҳалли он: Як қисми маълуми кори иқрокардаи қувваи вазнинӣ энергияи дохилии ҷисмро тағйир мебахад ва дар ин ҳол ҷисм гарм мешавад. Фарз мекунем ҳангоми аз баландии h ҷоришавии об кори қувваи вазнинӣ пурра ба энергияи дохилӣ табдил ёбад, яъне:

$$m \cdot g \cdot h = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$$

Ифодаро содда намуда ба $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{g \cdot h}{c}$ доро мешавем. Тағйирёбии ҳарорати мутлақ ΔT ба тағйирёбии ҳарорат дар шкалаи Селсий ба Δt баробар аст, яъне $\Delta T = \Delta t$.

$$[\Delta t] = \frac{\frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \text{м}}{\frac{\text{Ҷ}}{\text{кг} \cdot \text{К}}} = \frac{\frac{\text{Ҷ}}{\text{кг}}}{\frac{\text{Ҷ}}{\text{кг} \cdot \text{К}}} = \text{К}. \quad \Delta t = \frac{9,81 \cdot 210}{4200} \text{ К} = 0,49 \text{ К}.$$

Ҷавоб: $\Delta t = 0,49 \text{ К}$.



1. Чиро миқдори гармӣ меноманд? Он чӣ гуна воҳидҳо дорад?
2. Ба гармиғунҷоиши хос таъриф дода, формулаи ҳисобкунии онро нависед.
3. Моҳияти физикии муодилаи баланси гармӣ аз чӣ иборат аст?
4. Барои ҷараёни мубодилаи гармӣ ба қонуни бақои энергия таъриф диҳед.
5. Аз як ҳел баландӣ саққоҳои массаашон баробари алюминӣ, сурбӣ ва оҳанин партофта шуд. Кадоме аз онҳо бештар гарм мешавад?



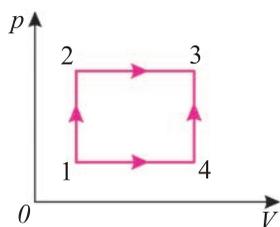
1. Ҷисми массааш 0,5 кг ва гармиғунҷоиши хосаш 450 Ҷ/(кг·К) аз 10 °C то 310 °C гарм карда шавад, чӣ қадар миқдори гармиро қабул мекунад?
2. Ҳангоми ҷисми массааш 3 кг - ро аз 20 °C то 500 °C гарм кардан миқдори гармии 1281,6 кҶ гирифта бошад, ин ҷисм аз чӣ гуна модда тайёр карда шудааст?
3. Дар шароити мӯътадил оби ҳарораташ 20 °C ва ҳаҷмаш 1,5 л то ҷӯшидан чӣ қадар миқдори гармӣ мегирад?
4. Дар дохили оби дар шароити мӯътадил ҷӯшидаи стода, ҷисмҳои аз мис ва сурб сохташуда мавҷуданд. Дар вақти аз об гирифтани онҳо ҳар яки он дорои чӣ қадар миқдори гармӣ аст? Массайи ҷисми аз мис сохташуда 200 г, массайи ҷисми аз сурб сохташуда баробар 150 г гуфта гиред.

§ 18. ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Масъалаи 1. Гази идеалӣ аз ҳолати 1 ба ҳолати 3 ба воситаи ду ҳел чараёнҳо гузаштааст (расми 23). Дар ҳар ду самт тағйирёбии энергияи дохилӣ чӣ гуна мешавад?

Дода шудааст.

Нақша



расми 23.

Ҳалли он: Дар самти 1→2→3 газ дар ибтидо изохорӣ гарм карда шудааст, сипас изобарӣ васеъ шудааст.

Дар самти дуюм 1→4→3 бошад, газ дар ибтидои изобарӣ васеъ шудааст, сипас изохорӣ гарм карда шудааст. Тағйирёбии энергия дохилӣ гуфта фарқи байни энергияҳои дохилии ҳолати ибтидоӣ ва интиҳойро мефаҳманд, яъне:

$$\Delta U_{1,2,3} = \Delta U_{1,4,3} = U_3 - U_1.$$

Назар ба ифодаи энергияи дохилии гази идеалӣ

$$U = \frac{3}{2} p \cdot V . \text{ тағйирёбии энергияи дохилӣ ба}$$

$$\Delta U_{1,2,3} = \Delta U_{1,4,3} = \frac{3}{2} (p_3 \cdot V_3 - p_1 \cdot V_1) \text{ баробар аст.}$$

Дар ҳар гуна самт система аз як ҳолат ба ҳолати дигар гузаштан, тағйирёбии энергияи дохилии он фақат ба параметрҳои ҳамин ҳолатро тавсифкунанда вобаста аст. **Ҷавоб:** дар ҳар ду самт энергияи дохилӣ як ҳел тағйир меёбад.

Масъалаи 2. Гази идеалии массааш тағйирнопазири зери поршен аз 7 °С то 77 °С гарм карда шавад, вай изобарӣ васеъ мешавад. Дар ин ҳол газ бар қувваҳои берунӣ чӣ қадар кор иҷро мекунад? Фишори газ 125 кПа ва ҳаҷми ибтидоии он 2 л баробарбод.

Дода шудааст.

$$T_1 = 7^\circ\text{C} + 273 = 280 \text{ К}$$

$$T_2 = 77^\circ\text{C} + 273 = 350 \text{ К}$$

$$p = 125 \text{ кПа} = 125 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$V_1 = 2 \text{ л} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Ёфтани лозим:

$$A = ?$$

Ҳалли он: Ҳаҷми ибтидоии газ ба мо маълум.

Ҳаҷми К интиҳоии газро аз муодилаи чараёни

$$\text{изобарӣ К меёбем, яъне: } V_2 = \frac{T_2 \cdot V_1}{T_1}.$$

Ифодаи интиҳоии ҳаҷми газро ба ифодаи кор

$$A = p \cdot (V_2 - V_1) \text{ гузорем, ифодаи кор ба намуди}$$

$$\text{зерин меояд: } A = p \cdot \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) \cdot V_1.$$

Ба ин ифода қимати ададии бузургихоро гузошта, қимати ададии корро муайян мекунем $A = 125 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{350}{280} - 1 \right) \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ Ҷ} = 62,5 \text{ Ҷ} .$ **Ҷавоб:** $A = 62,5 \text{ Ҷ} .$

Масълаи 3. Дар зарф 85 л оби ҳарораташ 40°C мавҷуд аст. Вай аз оби сарди ҳарораташ 15°C ва оби ҷӯши ҳарораташ 100°C тайёр карда шудааст. Ба зарф чӣ қадар оби ҷӯш ва оби хунук рехта шудааст?

<p>Дода шудааст: $t_1 = 15^\circ\text{C}$ $t_2 = 100^\circ\text{C}$ $t = 40^\circ\text{C}$ $V = 85\text{ л.}$</p>	<p>Ҳалли он: дар асоси муодилаи баланси ҳарорат дар ҷараёни мубодила миқдори гармии оби хунук гирифта: $Q_1 = m_1 c (t - t_1)$ ба миқдори гармии оби гарм дода $Q_2 = m_2 c (t_2 - t)$ баробар мешавад, яъне: $Q_1 = Q_2$. Массайи обҳоро бо ҳаҷмҳои онҳо ифодакарда: $m_1 = \rho V_1$, $m_2 = \rho V_2$ ба муносабати зерин соҳиб мешавем: $\rho V_1 c (t - t_1) = \rho V_2 c (t_2 - t)$, ё ки $V_1 (t - t_1) = V_2 (t_2 - t)$. ро ба ҳаҷми омехта $V = V_1 + V_2$ -ро ба ҳисоб гирифта V_1-ро</p>
<p>Ёфтан лозим: $V_1 = ?$ $V_2 = ?$</p>	<p>меёбем: $V_1 = \frac{t_2 - t}{t_2 - t_1} \cdot V$. Аз ин баробарӣ ҳаҷми оби хунукро меёбем: $V_1 = \frac{100 - 40}{100 - 15} \cdot 85\text{ л} = 60\text{ л.}$ ҳаҷми оби ҷӯш: $V_2 = V - V_1 = 85\text{ л} - 60\text{ л} = 25\text{ л}$</p>

Ҷавоб: $V_1 = 60\text{ л}$ ва $V_2 = 25\text{ л}$.

Масъалаи 4. Тир пӯлодини бо суръати 800 м/с паридаистода ба рег зада дар он дармонд. Миқдори 60% гармии ҷудошуда ҳангоми задани тир ба рег гузарад, ҳарорати тир чӣ қадар зиёд мешавад? Гармиғунҷоиши ҳоси пӯлод ба $c = 460\text{ Ҷ/(кг}\cdot\text{К)}$ баробар аст.

<p>Дода шудааст: $v = 800\text{ м/с}$ $\eta = 0,6$ $c = 460\text{ Ҷ/(кг}\cdot\text{К)}$</p>	<p>Ҳалли он: Тир мавриди дар рег дармондан энергияи кинетикии он пурра ба энергияи дохилӣ табдил меёбад. Як қисми ин энергия $1 - \eta = 0,4$ ба тир мегузарад. Аз ин ҷо $Q = (1 - \eta) E_k$; $mc\Delta t = (1 - \eta) \cdot \frac{mv^2}{2}$. Аз ин ифодаҳои истифода бурда тағйирёбии ҳарорати тир ро ҳисоб мекунем: $\Delta t = (1 - \eta) \cdot \frac{v^2}{2c}$. $[\Delta t] = \frac{\left(\frac{\text{М}}{\text{с}}\right)^2}{\frac{\text{Ҷ}}{\text{кг}\cdot\text{К}}} = \text{К.}$ $\Delta t = \frac{0,4 \cdot 800^2}{2 \cdot 460} \text{ К} = 278\text{ К.}$</p>
<p>Ёфтан лозим: $\Delta t = ?$</p>	<p>Ҷавоб: $\Delta t = 278\text{ К}$.</p>

1. Массаи гази гелии ҳарораташ $27\text{ }^\circ\text{C}$ ва энергияи дохилиаш 50 кҶ чӣ қадар аст?

2. Фишори гази якатома 30% кам шуда, ҳаҷми он 6 маротиба зиёд шавад, энергияи дохилии он чӣ ҳел тағйир меёбад?

3. Гази идеалии якатомаи массааш тағйирнопазир аз ҳолати 1 ба ҳолати 2 гузашт (расми 24). Дар ин энергияи дохилии газ чӣ ҳел тағйир меёбад?

Фишори ибтидои газ $P_0=150\text{ кПа}$ ва ҳаҷми он $V_0=4\text{ л}$ аст.

4. Таҳти поршени цилиндр оксигени массааш $1,6\text{ кг}$ дар ҳарорати $17\text{ }^\circ\text{C}$ истодааст. Газ изобарӣ васеъ шуда кори 40 кҶ иҷро карда бошад, вай то кадом ҳарорат тафсидааст?

5. Гази идеалии таҳти поршени озод ҳаракаткунандаи ҳарораташ $27\text{ }^\circ\text{C}$ ҳаҷмаш 10 л ва фишораш 100 кПа бо тарзи изобарӣ ба 60 К гарм карда шуд. Дар ин ҳол газ бар қувваҳои беруна чӣ қадар кор иҷро мекунад?

6. Мавриди гармкунии гази микдораш 25 мол ба 20 К изобарӣ васеъ шуда ҳаҷми он нисбат ба ҳаҷми ибтидоӣ 20% зиёд шуд. Ҳарорати ибтидоии газ чӣ қадар буд? Кори иҷрокардаи газ ҳангоми васеъшавӣ ба чӣ баробар аст?

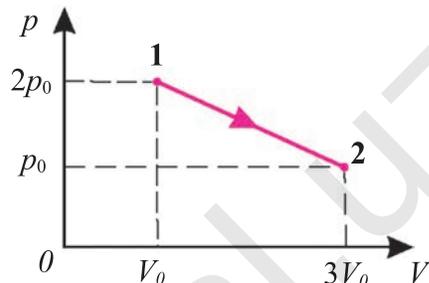
7. Ба оби массааш 8 кг ва ҳарораташ $90\text{ }^\circ\text{C}$ аз оби ҳарораташ $20\text{ }^\circ\text{C}$ чӣ қадар рехта шавад, ҳарорати омехта $30\text{ }^\circ\text{C}$ мешавад?

8. Газҳои ҳидроген ва гелии масса ва ҳарораташон баробар бо тарзи изобарӣ ба 60 К гарм карда шуд. Кори иҷрокардаи ҳидрогени гармшуда ва кори иҷрокардаи гелии гармшударо муқоиса кунед.

9. Оби ҳарораташ $15\text{ }^\circ\text{C}$ ва ҳаҷмаш 125 л бо 25 л оби ҳарораташ $45\text{ }^\circ\text{C}$ омехта карда шавад, ҳарорати натиҷавиро ёбед.

10. Ба ваннаи шустушӯӣ оби хунуки $15\text{ }^\circ\text{C}$ ва оби гарми $90\text{ }^\circ\text{C}$ рехта оби ҳарораташ $50\text{ }^\circ\text{C}$ тайёр карданд. Агар ҳаҷми оби ванна 80 л бошад, аз ҳар яки оби хунук ва оби гарм чӣ қадар рехтаанд? Микдори гармии зарфи ванна гирифта ро ба ҳисоб нагиред.

11*. Тири пӯлодини бо суръати 800 м/с паридарафта дар рег дармонд. Ҳангоми ба рег задани тир 54% -и гармии ҷудошуда ба гарм кардани рег рафта бошад тир ба чанд градус гарм мешавад? $c_{п} = 460\text{ Ҷ/(кг}\cdot\text{К)}$.

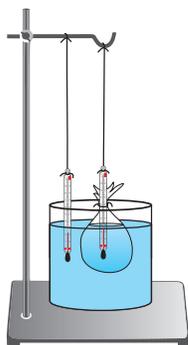


Расми 24 .

§ 19. МАШҒУЛОТИ АМАЛӢ. ОМУӢЗИШИ МУВОЗИНАТИ ГАРМӢ ДАР ЧИСМӢО

Мақсади машғулот: мушоҳидаи рӯй додани ҷараёни мувозинати гармӣ.

Ҷихозҳои лозимӣ: зарф, оби гарм ва хунук, ду термометр, соати электронӣ, пакети полиэтиленӣ, штатив ва ресмон.



Тартиби иҷрои машғулот:

1. Ҷадвали зеринро мекашем.

Вақти мушоҳид (дақиқа)	0	1	2
Ҳарорати оби гарм								
Ҳарорати оби хунук								

– ба зарф оби гарм мерезем. Барои чен карда рафтани ҳарорати оби гарми зарф ба он термометр мефарорем;

– ба пакети полиэтиленӣ оби хунук мерезем. Барои чен кардани ҳарорати оби хунук ба он термометр мегузорем;

– оби ба пакети полиэтилен реҳтаро якҷоя бо термометр ба дохили зарфи оби гарм мефароранд.

– пас аз гузаштани каме вақт ҳар дақиқа нишондодҳои термометрҳоро қайд намуда, онҳоро ба ҷадвал навишта меравем.

– ҳарорати мувозинати термодинамикии обҳо ва вақти ба вучуд омадани мувозинати термодинамикӣ аниқ карда мешавад. Натиҷаҳои гирифташударо ба ҷадвал қайд мекунем.

– пас аз мувозинати термодинамикӣ ба вучуд омадан ҳам мушоҳидаро якҷанд дақиқа давом диҳед.

– дар ҳамвори координатӣ вобаста аз вақт хунукшавии оби гарм, гармшавии оби хунукро бо тарзи графикӣ тасвир кунед. Аз рӯи машғулоти гузаронидашуда ҳисоботи худро нависед.



1. Дар ҷараёни мубодилаи гармӣ энергияи дохилии оби хунук ва оби гарм чӣ хел тағйир меёбад?

2. Пас аз мувозинати термодинамикӣ энергияи дохилии об чӣ гуна тағйир меёбад?

§ 20. КОРИ ЛАБОРАТОРӢ: МУАЙЯН КАРДАНИ ГАРМИҒУНҶОИШИ ХОСИ ҶИСМҲОИ САХТ

Мақсади кор: омӯхтани муайянкунии гармиғунҷоиши хоси ҷисм.

Ҷиҳозҳои лозимӣ: зарфи калориметр ва омехтакунак, тарозу, термометр, 3 ҷисми аз як хел модда тайёр кардашудаи массаҳояшон гуногун, оби ҷӯш.

Тартиби иҷрои кор

1. Калориметри барои иҷрои кор истифодашаванда дар расми 22 тасвир ёфтааст. Массай зарфи калориметр ва омехтакунаки онро якҷоя дар тарозу аниқ кунед (m_k). Гармиғунҷоиши хоси зарфи калориметрро $c_k = 890 \text{ Ҷ}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ гуфта гиред.

2. Бо ёрии мензуррка ҳаҷми обро (V) чен карда, онро ба зарфи калориметр резед.

3. Массай оби ба калориметр рехтаро аз формулаи $m_o = \rho_o \cdot V_o$ истифода бурда ҳисоб кунед. Дар ин ҷо ρ_o – зичии об.

4. Ба калориметр термометрро фароред. Каме сабр кунед. Пас аз қарор ёфтани мувозинати гармӣ ҳарорати обро (t_o) аниқ кунед.

5. Массай (m_q) ҷисми гармиғунҷоиши хосаш аниқшавандаро бо тарозу чен кунед.

6. Ҷисмро бо ришта баста ба оби ҷӯшидаистода ғӯтонед. Каме сабр кунед. (2-3 дақиқа). Байни ҷисм ва оби ҷӯш мувозинати ҳароратӣ ба вучуд меояд. Ҳарорати (t_q) оби ҷӯшро бо термометр чен кунед.

7. Ҷисми аз оби ҷӯшидаистода гирифтаре ба дохили калориметри оби хунукдор фароред. Бо омехтакунак оби калориметрро омехта карда ҳарорати (t_{om}) (t_o) омехтаро аз нишондоди термометр навишта гиред.

8. Бо ёрии формулаи зерин гармиғунҷоиши хоси ҷисмро аниқ кунед:

$$c_q = \frac{(m_o \cdot c_o + m_k \cdot c_k) \cdot (t_{om} - t_o)}{m_d (t_d - t_a)}$$

9. Гармиғунҷоиши хоси боз ду ҷисми массаҳояшон гуногуни айнан аз ҳамин модда сохташударо бо тартиби дар боло оварда аниқ кунед.

10. Қимати миёнаи $c_{м.ч}$ аз рӯи қиматҳои гармиғунҷоишҳои хоси ҷисмҳои якум, дуюм ва сеюм ҳисоб кунед.

11. Натиҷаҳои гирифтаре ба ҷудвали зерин нависед.

№	m_k , кг	m_o , кг	m_q , кг	c_k , Ҷ/(кг·°C)	t_o , °C	t_q , °C	t_{om} , °C	c_q , Ҷ/(кг·°C)	$c_{м.ч}$, Ҷ/(кг·°C)
1									
2									
3									

1. Гармиғунҷоиши хосро фаҳмонида диҳед.



2. Аз муодилаи баланси гармӣ истифода бурда, формулаи гармиғунҷоиши хоси ҷисми дар банди 8 овардашударо бароред ва фаҳмонед.
3. Натиҷаҳои ҷадвалро таҳлил кунед ва хулоса бароред.

§ 21. ГАРМИИ ХОСИ СӢЗИШИ СӢЗИШВОРӢ

Мавриди сӓхтани ҳезум, гази табиӣ бензин ва сӓзишвориҳои монанди инҳо гармӣ ҷудо мешавад. Аз ҷӣ сабаб дар ин гуна моддаҳо гармӣ ҷудо мешавад?

Маълум аст, ки молекулаҳо аз атомҳо ташкил ёфтаанд. Масалан, молекулаи нитроген аз ду атоми нитроген ҳосил шудааст. Молекулаҳо ба атомҳо ҷудо кардан мумкин. Ба атомҳо ҷудошавии молекулаҳо, реаксияи порашавии кимёвӣ номида мешавад. Барои атомҳои молекулаҳо аз якдигар ҷудокунӣ, муқобили қувваи ҷозибаи он иҷроӣ кор лозим аст. Бинобар ин, барои порашавии молекула сарфи энергия лозим. Вақти атомҳо пайваст шуда, барои ҳосилшавии молекула бошад, баръакс энергия хориҷ мешавад.



Расми 25.

Дар сӓзишвориҳои одатӣ (ангишт, гази табиӣ, бензин ва ғайраҳо) карбон мавҷуд аст. Ҳангоми сӓзиш атомҳои карбон ба молекулаҳои оксигени ҳаво пайваст шуда, молекулаи ангидриди карбонат (CO_2) ҳосил мекунад (расми 25). Мавриди ҷараёни ҳосилшавии молекулаи ангидриди карбонат энергия хориҷ мешавад.



Ҳангоми пурра сӓхтани 1 кг сӓзишворӣ миқдори гармии ҷудошуда гармии хоси сӓзиши сӓзишворӣ номида мешавад. Гармии хоси сӓзиши сӓзишворӣ бо ҳарфи q ишора меёбад.

Дар вақти сӓхтани ҳар гуна сӓзишвории массааш m барои ҳисоб кардани миқдори гармии ҷудошуда Q гармии хоси сӓзиши сӓзишворӣ q -ро ба массаи сӓзишвории батамом сӓхта зарб задан лозим, яъне:

$$Q = q \cdot m.$$

Назар ба ин формула воҳиди гармии хоси сӯзиши сӯзишворӣ бо $[q] = \left[\frac{Q}{m} \right] = \frac{1 \text{ Ҷ}}{1 \text{ кг}} = 1 \frac{\text{Ҷ}}{\text{кг}}$ чен карда мешавад. Барои ҳар як намуди сӯзишворӣ, гармии хоси сӯзиши сӯзишворӣ аниқ карда шудааст. Дар ҷадвал кимати ададии гармии хоси сӯзиши сӯзишвории баъзе сӯзишворихо оварда шудаанд.

	Сӯзишворӣ	Гармии хоси сӯзиши МҶ/кг		Сӯзишворӣ	Гармии хоси сӯзиши МҶ/кг
1	Бензин	46	4	Ҳезуми хушк	10
2	Керасин	42	5	Гази табиӣ	44
3	Ангишт	29	6	Спирт	29

Намунаи ҳалли масъала

Гармии ҳангоми сӯхтани ангишти массааш 20 кг хориҷшавандаро гирифтани чӣ қадар бояд ҳезуми хушк сӯхт?

Дода шудааст:

$$m_1 = 20 \text{ кг}$$

$$q_1 = 29 \cdot 10^6 \text{ Ҷ/кг}$$

$$q_2 = 10 \cdot 10^6 \text{ Ҷ/кг}$$

Ёфтани лозим:

$$m_2 = ?$$

Ҳалли он: назар ба шарти масъала $Q_1 = Q_2$.

$$m_1 \cdot q_1 = m_2 \cdot q_2$$

$$m_2 = \frac{m_1 \cdot q_1}{q_2} = \frac{20 \text{ кг} \cdot 29 \cdot 10^6 \frac{\text{Ҷ}}{\text{кг}}}{10 \cdot 10^6 \frac{\text{Ҷ}}{\text{кг}}} = 58 \text{ кг}$$

Ҷавоб: $m_2 = 58 \text{ кг}$.



1. Чиро гармии хоси сӯзиши сӯзишворӣ меноманд?
2. Мавриди сӯхтани сӯзишвории массааш m миқдори гармии хориҷшуда чӣ хел аниқ карда мешавад?
3. Ибораи гармии хоси сӯзиши сӯзишворӣ ба 44 МҶ/кг баробар гуфтан чиро мефаҳмонад?



1. Спирти массааш чӣ қадар ҳангоми сӯхтан гармии 5,8 МҶ хориҷ мешавад? Гармии хоси сӯзиши спирт $2,9 \cdot 10^7$ Ҷ/кг аст.
2. Барои гирифтани миқдори гармие, ки мавриди пурра сӯхтани 25 кг ангишт хориҷ мешавад, чӣ қадар ҳезуми хушк бояд сӯхт?
3. Ба автомобили нексиа ба ҳар сад километр 10 литр бензин сарф шавад, дар ҳар як километр чӣ қадар миқдори гармӣ хориҷ мешавад? Зичии бензин 700 кг/м^3 .
4. Барои пухтани хӯрок дар оташдон 12 кг ҳезуми хушк сӯхтанд. Мавриди сӯхтани ҳезум аз чор як ҳиссаи гармӣ ба хӯрок, қисми боқмонда ба гармкунии оташдон, дег ва ҳаво сарф шудааст. Хӯрок то пухтан ба худ чӣ қадар гармӣ гирифтааст?

§ 22. ҚОНУНИ ЯКУМИ ТЕРМОДИНАМИКА

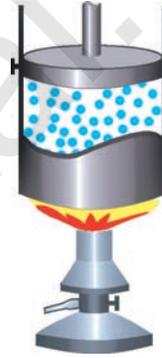
Маълумот дар бораи қонуни якуми термодинамика

Оиди омӯзиши ҳодисаҳои гармӣ маълумотҳои дар давоми асрҳо аз мушоҳида ва таҷрибаҳо ғуншударо умумӣ кунонида, **ба қонуни бақои энергия** ба тариқи зерин таъриф додаанд:



Дар табиат энергия аз ҳеч (нестӣ) ба вучуд намеояд ва нест намешавад, миқдори энергия тағйир намеёбад, энергия фақат аз як навъ ба навъи дигар табдил меёбад.

Дар ҳамаи ҳодисаҳои табиат қонуни бақои энергия иҷро мешавад. Қонуни якуми термодинамика татбиқи қонуни бақои энергия ба ҳодисаҳои табиатро ифода мекунад. Бигузор, поршени силиндре, ки дохили худ гази ҳавоногузар дорад, тахти таъсири қувваи вазнинӣ бошад. Вай ба деворҳои силиндр соиш нахӯрда озод ҳаракат карда тавонад. Ба гази дохили силиндр миқдори гармии ΔQ дода шавад. Ин гармии додашуда энергияи дохилии газро ба ΔU зиёд намудан ва ба баландии бардоштани поршен сарф мешавад (расми 26). Газ ҳангоми бардоштани поршен ба баландии муқобили қувваи вазнинии поршен, яъне муқобили қувваи беруна кори A -ро иҷро мекунад



Расми 26.

$$Q = \Delta U + A \quad (1)$$



Миқдори гармие, ки ба система дода шудааст ба тағйироти энергияи дохилии система ва ба иҷрои кори система муқобили қувваҳои беруна сарф мешавад.

Ин таъриф ва формула қонуни якуми термодинамикаро ифода мекунад. Ин қонунро дар миёнаи асри XIX олимони немис Ҷ.Р. Майер , Г.Гелмголт ва олими англис Ҷ. Ҷоул таъриф додаанд.

Татбиқи қонуни якуми термодинамика ба изочараёнҳо

1. Чараёни изотермӣ ($T = \text{const}$). Ҳарорати гази идеалӣ тағйирнопазир бошад, энергияи дохилии он ҳам тағйирнопазир аст ва дар формулаи (1) $\Delta U = 0$ мешавад. Ба ин гуна ҳолат қонуни якуми термодинамика ин тавр ифода меёбад:

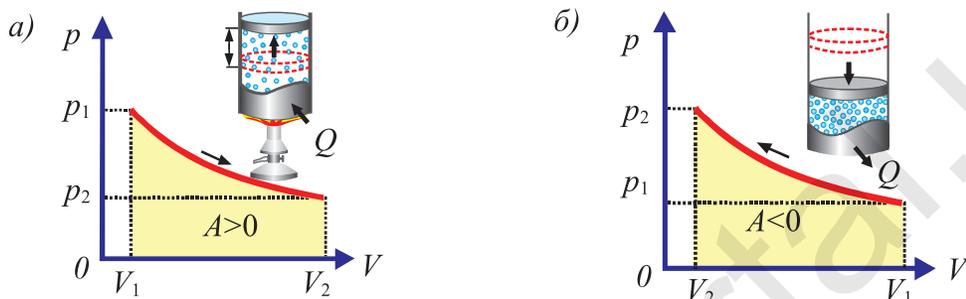
$$Q = A. \quad (2)$$



Дар чараёни изотермӣ миқдори гармии ба гази идеалӣ додашуда ба иҷрои кор сарф мешавад.

Мавриди ҷараёни изотермӣ газ гармӣ гирифта истода бошад, ($Q > 0$) ба ҳаҷми ΔV васеъ шуда, кори мусбат ($A > 0$) иҷро мекунад. Миқдори кори иҷрошуда ба масоҳати дар диаграмма нишондодашуда баробар аст (расми 27-а).

Агар газ ба муҳити беруна гармӣ хориҷ кунад ($Q < 0$), газ кори манфӣ ($A < 0$) иҷро мекунад. Дар ин системаи беруна бар газ кор иҷро мекунад. Бузургии кори иҷрошуда ба масоҳати дар диаграмма нишондода баробар аст (расми 27-б).



Расми 27.

2. Ҷараёни изобарӣ ($p = \text{const}$). Дар шароити фишори тағйирнопазир газ гармӣ гирифта истода бошад, кори иҷрошуда $A = p \cdot \Delta V$ мешавад. Дар ин ҳол қонуни якуми термодинамика ин тавр ифода меёбад:

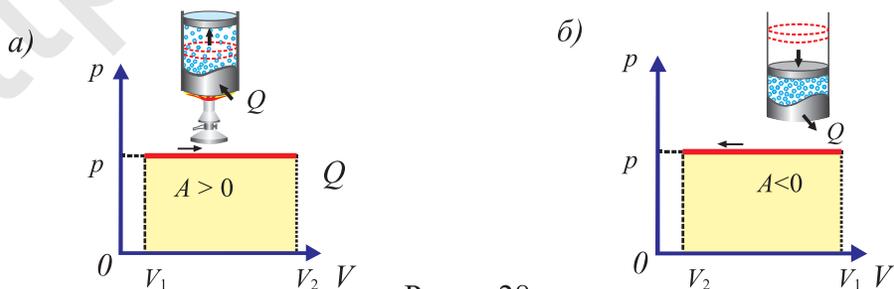
$$Q = \Delta U + p \cdot \Delta V. \quad (3)$$



Дар ҷараёни изобарӣ миқдори гармии ба система додашуда ба зиёд намудани энергияи дохилии система ва дар фишори тағйирнопазир ба иҷрои кор сарф мешавад.

Агар дар фишори тағйирнопазир газ гарм шуда истода бошад, ($Q > 0$) энергияи дохилии он меафзояд ($\Delta U > 0$) ва дар як вақт бо ин газ васеъ шуда, кори мусбат ($A > 0$) иҷро мекунад.

Миқдори кори иҷрошуда ба масоҳати дар диаграмма тасвирёфта баробар аст (расми 28, а). Ҳангоми хунук шуда истодани газ ($Q < 0$) дар фишори тағйирнопазир, энергияи дохилии он кам мешавад ($\Delta U < 0$), дар як вақт бо ин кори манфӣ ($A < 0$) иҷро мекунад. Бузургии кори иҷрошуда ба масоҳати дар диаграмма нишондодашуда баробар аст (расми 28-б).



Расми 28.

3. Чараёни изохорӣ ($V = \text{const}$). Дар чараёни изохорӣ ($\Delta V = 0$), $A = p \cdot \Delta V = 0$ аст, яъне кор ичро намешавад. Қонуни якуми термодинамика ба ин гуна ҳолат чунин ифода меёбад:

$$Q = \Delta U. \quad (4)$$



Дар чараёни изохорӣ ҳамаи гармие, ки ба система дода шудааст, ба зиёд кардани энергияи дохилии система сарф мешавад.

Газ гарм карда шавад ($\Delta U > 0$) энергияи дохилии он меафзояд ($\Delta U > 0$), ҳангоми сардшавӣ ($\Delta U < 0$) бошад, энергияи дохилӣ ($\Delta U < 0$) кам мешавад.

Чараёни адиабатӣ

Дар ҳамаи изочараёнҳои болоии дидашуда система бо муҳити гирду атроф дар мубодилаи гармӣ буд ($Q = 0$). Акнун, маҳз чараёни дар системаи бо муҳити гирду атроф мубодилаи гармӣ надоштаро ($Q = 0$) мебинем.



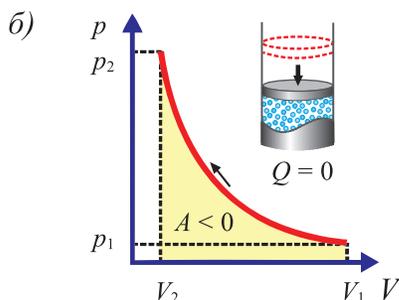
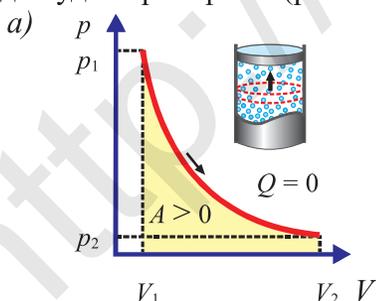
Чараёни дар системаи изолатсияшуда бе мубодилаи гармӣ рӯйдихандаро, чараёни адиабатӣ меноманд.

Чӣ тавре, ки дар чараёни адиабатӣ $Q = 0$ аст, аз муодилаи (1) муносибати зеринро гирифтани мумкин: $\Delta U + A = 0$ ё ки

$$A = -\Delta U. \quad (5)$$

Ҳангоми васеъшавии газ дар ҳолати адиабатӣ энергияи дохилии он кам мешавад ($\Delta U < 0$) ва кор ($A > 0$) ичро мекунад. Дар ин ҳолат кор аз ҳисоби энергияи дохилии газ ичро мешавад. Миқдори кори ичрокардаи газ ба масоҳати дар диаграмма буда баробар аст (расми 29-а).

Дар мавриди адиабатӣ фишурда шудани газ энергияи дохилии он ($\Delta U > 0$) меафзояд ва бар газ кор ичро мекунад ($A < 0$). Дар ин энергияи дохилии газ аз ҳисоби кори ичрокардаи қувваи беруна ҳангоми фишурдани газ меафзояд. Бузургии кори ичрошуда ба масоҳати дар диаграмма нишон додашуда баробар аст (расми 29-б).



Расми 29.



Дар чараёни адиабатӣ се параметрҳои макроскопии газ p , T ва V тағйир меёбад.

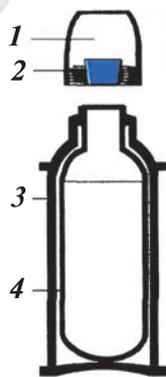
Барои мубодилаи гармӣ кардани газ бо муҳит берунӣ вақти маълум мегузарад. Агар чараён басо тез содир шавад (бо ёрии поршен газ басо тез фишурда шавад ё баръакс, тез васеъ шавад) газ бо муҳити берунӣ мубодилаи гармӣ карда наметавонад ва чараён ба чараёни адиабатӣ наздик мешавад. Ҳангоми васеъшавии адиабатӣ, хунукшавӣ, ё мавриди фишурдашавии адиабатӣ, гармшавии газ дар ҳаёт ва техника бисёр мушоҳида мешавад. Ҳавои атмосфера боло бардошта шуда дар фишори паст васеъ ва хунук мешавад. Дар натиҷаи хунукшавии ҳаво дар он буғҳои об конденсатсия шуда абр ҳосил мекунанд.



1. Ифодаи қонуни якуми термодинамикаро нависед ва онро эзоҳ диҳед.
2. Миқдори гармии ба система додашуда дар чараёнҳои изотермӣ, изобарӣ ва изохорӣ чӣ хел сарф мешавад?
3. Чӣ гуна чараёнро, чараёни адиабатӣ мегӯянд? Ба ин гуна чараён мисолҳо оваред.
4. Газ адиабатӣ васеъ шавад, энергияи дохилии он чӣ хел тағйир меёбад?



Аз сабаби дар табиат мавҷуд набудани моддаҳои мутлақ гарминогузарон системаро аз ҷисмҳои атроф изолятсия кардан номумкин аст. Лекин ба системаҳои адиабатии изолятсия кардашуда термоси дар ҳаёти ҳаррӯза истифодашаванда мисол шуда метавонад (расми 30). Ба сохти термоси хонаатон шинос шуда, ба қадом ҷисмҳо чудо шудани онро омӯzed. Аз чӣ сабаб чой дар термос муддати дароз гарм истоданастро фаҳмонед.



Расми 30.

§ 23. ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Масъалаи 1. Таҳти поршени озод ҳаракаткунандаи цилиндр гази якатома мавҷуд аст. Дар натиҷаи ба газ додани гармӣ газ бар қувваҳои беруна 500 Ҷ кор иҷро намуд. Ба газ чӣ қадар миқдори гармӣ дода шудааст?

Дода шудааст:

$$p = \text{const}$$

$$A = 500 \text{ Ҷ.}$$

Ёфтан лозим:

$$Q = ?$$

Формулааш:

$$Q = \Delta U + A$$

$$A = p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T.$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} \cdot R\Delta T.$$

Ҳисобкунӣ:

$$Q = \frac{5}{2} \cdot 500 \text{ Ҷ} = 1250 \text{ Ҷ.}$$

Ҷавоб: $Q = 1250 \text{ Ҷ.}$

Дар ин ҳол дар ҷараёни изобарӣ миқдори энергияи сарфшуда:

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} R \Delta T + \frac{m}{M} R \Delta T = \frac{5}{2} \cdot \frac{m}{M} R \Delta T = \frac{5}{2} \cdot A.$$

Хотирнишон: Гази якатома изобарӣ васеъ шавад, 0,4 хиссаи миқдори гармии ба система додашуда барои иҷрои кор бар қувваҳои беруна ва 0,6 қисми он барои тағйир додани энергияи дохилии газ сарф мешавад, яъне: $A = 0,4 \cdot Q$ ва $\Delta U = 0,6 \cdot Q$.

Масъалаи 2. Ба баллони металли газ гелии массааш 20 г дошта миқдори гармии 2500 Ҷ дода шавад, ҳарорати он чӣ хел тағйир меёбад?

Дода шудааст:

$$V = \text{const}$$

$$m = 20 \text{ г}$$

$$M = 4 \text{ г/мол}$$

$$Q = 2500 \text{ Ҷ.}$$

Ёфтан лозим:

$$\Delta T = ?$$

Ҳалли он: Дар ҷараёни изохорӣ миқдори гармии ба газ додашуда, барои тағйир додани ҳарорати газ сарф мешавад. Ба ин ҷараён муодилаи қонуни якуми

$$Q = \Delta U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} R \Delta T.$$

термодинамикаро менависем:

Аз ин муодила истифода бурда, афзоиши ҳарорати газро ҳисоб мекунем:

$$\Delta T = \frac{2Q \cdot M}{3 \cdot m \cdot R}; \quad [\Delta T] = \frac{\text{Ҷ} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{мол}}}{\frac{\text{кг}}{\text{мол}} \cdot \text{К}} = \text{К.}$$

$$\Delta T = \frac{2 \cdot 2500 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31} \text{ К} = 40 \text{ К.}$$

Ҷавоб: $\Delta T = 40 \text{ К.}$



1. Дар ҷараёни изотермӣ ба газ миқдори гармии 5кҶ дода шуда бошад, қори иҷрошуда бар газ ба чӣ баробар аст?

2. Дар ҷараёни изохорӣ ба газ 2,8 кҶ миқдори гармӣ дода шавад, энергияи дохилии газ чӣ қадар тағйир меёбад?

3. Ба газ миқдори гармии 3,5 кҶ дода шавад, энергияи дохилии он ба 2,1 кҶ афзуд. Бар газ чӣ қадар кор иҷро карда шудааст?

4. Ҳангоми додани гармӣ ба газ дар шароити мўътадил, газ бо тарзи изобарӣ ба 0,05 м³ васеъ мешавад. Энергияи дохилии газ чӣ хел тағйир меёбад?

5. Барои ба 20 К бардоштани гази идеалии якатомаи миқдораш 25 моли дохили баллони металлӣ, ба он чӣ қадар бояд миқдори гармӣ дод?

6. Дар таҳти поршени озод ғечандаи зарфи цилиндри гази якатома мавҷуд аст. Фишори газ 10⁵ Па. Ба он чӣ қадар миқдори гармӣ дода шавад, ҳаҷми он ба 2 л меафзояд?

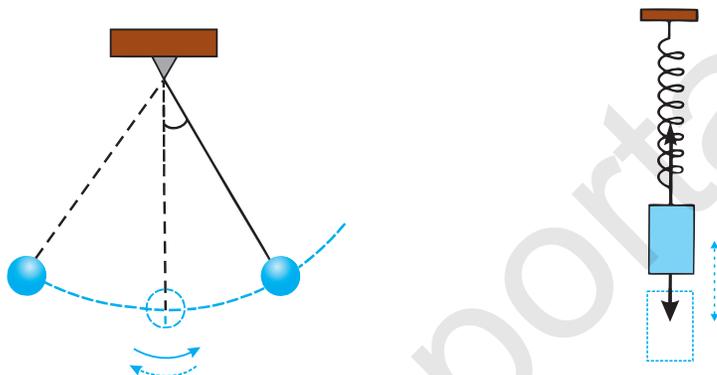
7. Мавриди ба гази якатомаи андаруни баллон 500 Ҷ миқдори гармӣ додан, ҳарорати он ба 40 К афзуд. Миқдори гази баллон чӣ қадар будааст?

§ 24. БЕБОЗГАШТИИ ЧАРАЁНҲОИ ГАРМӢ. ҚОНУНИ ДУҶОМИ ТЕРМОДИНАМИКА

Чараёнҳои бобозгашт ва бебозгашт

Дар табиат ҳар гуна чараён, чараёни бебозгашт аст. Лекин бисёр чараёнҳои ба чараёнҳои механикӣ наздик ҳам мавҷуд аст.

Масалан, дар системаи изолатсия кардашуда дар шароити набудани соиш ва деформатсияи ғайричандирӣ тамоми чараёнҳои гузарандаи механикӣ чараёнҳои бобозгаштанд. Ба ин гуна чараён лаппиши раққосаки математикии овезон ва бори ба пружина овезон мисол мешавад (расми 31).



Расми 31.



Дар система чараён аввал дар як самт, баъд дар самти ба он баръакс содир шуда, ҳангоми вай ба ҳолати ибтидоии худ баргаштан дар муҳити беруна ягон тағйирёбӣ содир нашавад, ин гуна чараён, чараёни бобозгашт номида мешавад.

Чараёнҳои гармӣ аз чараёнҳои механикӣ ба кул्लӣ фарқ мекунад, ки ҳамаи онҳо бебозгашт аст. Чараёнҳои бебозгаштро дар мисолҳои зерин дида мебароем.

1. Ҷисмҳои гармкардашуда як ҷисми энергияи худро ба ҷисмҳои сардтар дода, бо оҳистаги хунук мешаванд. Лекин ба ин чараёни баръакс, яъне чараёни нақли гармӣ аз ҷисми сард ба ҷисми гарм ҳеҷ гоҳ рӯй наметад.

2. Ҷумраки байни ду зарфҳои байни якдигар бо найчаи ҷумракдор пайваста яке газдор дигаре бегазро кушоем, як қисми газ ба зарфи ҳолӣ мегузарад. Дар натиҷа фишори гази ҳар ду зарф баробар мешавад. Чӣ қадар вақт нагузарад ҳам газ худ аз худ ба ҳолати ибтидоӣ барнамегардад.

3. Тирӣ аз милтиқ парронидашуда ба монета бархӯрда, худро ҳам, монетаро ҳам гарм мекунад. Энергияи дохилии он меафзояд. Лекин чараёни баръакс, яъне энергияи дохилии тир ва монета худ аз худ ба энергияи механикии тир мубаддал шуда, тирро аз нав ба ҳаракат намеорад.

Аз ин мисолҳо аён аст, ки тамоми ҷараёнҳои табиат фақат бо як самти муайян содир мешудаанд. Онҳо худ аз худ дар самти баръакс содирнашаванда будаанд.



Дар система ҷараён содир шуда аз ҳолати худ бароварда шавад вай худ аз худ ё ки дар муҳити беруна ягон дигаргунӣ содир накарда, ба ҳолати ибтидоӣ барнагардад, ин гуна ҷараён, ҷараёни бебозгашт номида мешавад.

Қонуни дуёми термодинамика

Тасаввурҳои оиди ҷараёни бебозгаштро олими олмон Р. Клаузиус умумӣ намуда, ба қонуни дуёми термодинамика чунини таъриф дода аст.



Агар байни ду системаи хунуктар ва гармтар ё ки дар ҷисмҳои атроф ягон дигаргунӣ набошад, аз системаи хунуктар ба системаи гармтар гарминақлкунӣ номумкин аст.

Муҳимнокии қонуни дуёми термодинамика дар он аст, ки ин қонун фақат дар бораи ҷараёни гарминақлкунӣ ҷараёни бебозгашт будан набуда, балки тамоми ҷараёнҳои дигари табиат ҳам ҷараёни бебозгашт буданаш ҳулоса баровардан мумкин. Масалан ҷараёни пиршавии организми одамро ба баръакс табдил додан номумкин аст.



1. Ба ҷараёнҳои бобозгашт ва бебозгашт таъриф диҳед, фарқи ҷараёнҳои ҳароратӣ аз механикиро фаҳмонед.
2. Ба ҷараёнҳои ҳароратии бебозгашт мисолҳо оваред.
3. Барои ҷараёнҳои бебозгашт қонуни дуёми термодинамикаро таъриф диҳед.

§ 25. КОРИ ЛАБОРАТОРӢ. МУҚОИСА НАМУДАНИ МИҚДОРҲОИ ГАРМӢ ҲАНГОМИ ОМЕХТА КАРДАНИ ОБҲОИ ҲАРОРАТАШОН ГУНОГУН

Мақсади кор: байни моеъҳои мубодилаи гармӣ кардаистода санчида дидани муодилаи баланси гармӣ.

Ҷиҳозҳои лозимӣ: ду зарфи ғунҷоишаш 1 л, термометр, мензурка, оби гарм ва хунук.

Тартиби иҷрои кор

1. Бо ёрии мензурка оби массааш m_1 -ро чен карда, ба зарфи якум резед ва ҳарорати он t_1 -ро чен кунед.

2. Бо ёрии мензурка массаи m_2 оби хунукро чен карда, ба зарфи дуҷум резед ва ҳарорати t_2 -ро чен кунед.

3. Оби хуноки зарфи дуҷумро ба болои оби гарми зарфи якум резед ва ҳарорати омехта t -ро чен кунед.

4. Миқдори гармие, ки ба омехта оби гарм додааст, бо ёрии формулаи $Q_1 = cm_1(t_1 - t)$ ҳисоб кунед, дар ин ҷо c - гармигунҷоиши хоси об аст.

5. Миқдори гармие, ки дар омехта оби хунок гирифтааст бо ёрии формулаи $Q_2 = cm_2(t - t_2)$ ҳисоб намоед.

6. Массаҳои оби омехташавандаи гарм ва хунокро тағйир дода, мувофиқи бандҳои 1-5 қорро се маротиба такрор кунед.

7. Натиҷаҳои ченкунӣ ва ҳисобкуниро ба ҷадвали зерин нависед.

№	m_1 , кг	t_1 , °C	m_2 , кг	t_2 , °C	t , °C	c , Ҷ/кг·К	Q_1 , Ҷ	Q_2 , Ҷ
1								
2								
3								



1. Қиматҳои миқдорҳои гармии дар асоси натиҷаҳои ченкунӣ ва ҳисобкунӣ ёфташуда Q_1 ва Q_2 -ро муқоиса кунед. Барои чӣ шарти $Q_1 = Q_2$ иҷро шудани лозим?

2. Барои чӣ дар формулаҳои миқдори гармӣ ба ҷои фарқи ҳароратҳои мутлақ фарқи ҳароратҳои дар шкалаи Селсий гирифташударо истифода бурдан мумкин?

СУПОРИШҶОИ ТЕСТӢ ОИД БОБИ II

1. Ҳарорати гази аргони миқдораш 4 мол аз 30°C то - 70 °C хунок карда шавад, энергияи дохили он чӣ хел тағйир меёбад?

А) ба 5 кҶ кам мешавад;

В) ба 2,5 кҶ кам мешавад;

С) 1,5 баробар кам мешавад;

Д) 3 баробар кам мешавад.

2. Ҳаҷми гази идеалии якатома 2 м³ ва энергияи дохилии он 3000 Ҷ бешад, фишори он ба чӣ баробар аст (Па)?

А) 1000;

В) 500;

С) 800;

Д) 1500.

3. Массаи гази гелийи ҳарораташ 30 °C ва энергияи дохилиаш 3030 Ҷ-ро ёбед (г).

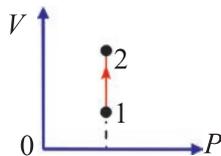
А) 2,2;

В) 3,2;

С) 10;

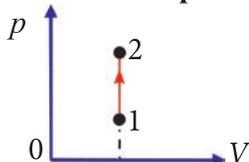
Д) 4,8.

4. Энергияи дохилии гази идеалии чараёни дар график тасвирёфта чӣ хел?



- А) кам мешавад;
 В) меафзояд;
 С) тағйир намеёбад;
 Д) аввал меафзояд, баъд кам мешавад.

5. Гази идеалӣ аз ҳолати 1 ба ҳолати 2 гузарад, энергияи дохилии он чӣ хел тағйир меёбад?



- А) тағйирнопазир аст;
 В) кам мешавад;
 С) меафзояд;
 Д) аввал кам мешавад, баъд зиёд мешавад.

6. Фишори гази идеалии якатома 25 % кам шуда, ҳаҷми 60 % зиёд шавад, энергияи дохилии он чӣ хел тағйир меёбад?

- А) 1,4 маротиба кам мешавад;
 В) 1,2 маротиба меафзояд;
 С) 1,8 маротаба меафзояд;
 Д) 1,6 маротаба кам мешавад.

7. Гармиғунҷоиши хоси модда ба кадоме аз параметрҳои зерин вобаста аст?

- А) ба миқдори гармӣ;
 В) ба массаи модда;
 С) ба ҳарорати ибтидоӣ;
 Д) ба намуди модда.

8. Ба оби ҳарораташ $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 1 кг оби қӯши массааш 200 г рехта омехтанд. Ҳарорати омехтара ёбед ($^{\circ}\text{C}$).

- А) 35; В) 45; С) 40; Д) 25.

9. Ба оби дорои массааш 8 кг ва ҳарораташ $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ чӣ қадар оби ҳарораташ $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ҳамроҳ кунем, ҳарорати омехта баробари $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ мешавад?

- А) 40 кг; В) 24 кг; С) 48 кг; Д) 16 кг.

10. 70 % қори иҷрокардаи оби аз баландии 210 метр афтидаистода ҳарорати онро ба чанд градус мебардорад (К)?

- А) 4,2; В) 2,1; С) 0,6; Д) 0,35.

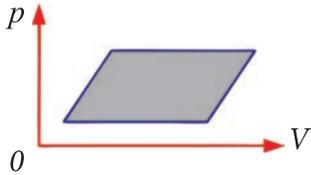
11. Дар кадом чараён газ қор иҷро намекунад?

- А) изохорӣ; В) изобарӣ; С) изотермӣ; Д) адиабатӣ.

12. Воҳиди ченаки ҳосили зарби $p \cdot \Delta V$ -ро нишон диҳед.

- А) Ҷоул; В) Паскал; С) Метр; Д) мол.

13. Маънои физикии масоҳати рангини расм аз чӣ иборат аст?



- А) ба кори иҷрошуда баробар;
 В) ба тағйирёбии ҳарорат баробар;
 С) ба тағйироти фишор баробар;
 Д) маънои физикӣ надорад.

14. Ҳаҷми гази идеалии таҳти фишори 10^5 Па истода бо тарзи изобарӣ аз 300 см^3 то 500 см^3 зиёд шуд. Дар ин газ чанд Ҷоул кор иҷро кардааст?

- А) 10; В) 20; С) 50; Д) 200.

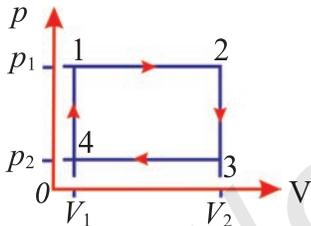
15. Мавриди гази оксиген ба 14 К изобарӣ гарм кардан кори 8310 Ҷ иҷро кард. Массай оксигенро аниқ кунед (кг).

- А) 2; В) 3,2; С) 1,6; Д) 0,32.

16. 5 мол газ изобарӣ ба 20 К гарм карда шавад, кори иҷрошударо ёбед.

- А) 830; В) 1000; С) 420; Д) 560.

17. Кори гази идеалиро ҳангоми гузаштани сикли дар расм тасвирёфта ро ҳисоб намуда ёбед.



- А) $(p_1 - p_2) (V_2 - V_1)$;
 В) $p_1 (V_2 - V_1)$;
 С) $p_2 (V_2 - V_1)$;
 Д) $(p_2 - p_1) V_2$.

18. Гази идеалӣ изобарӣ гарм шуда ҳаҷми он ба 40% афзояд, газ бар қувваҳои берунӣ чӣ қадар кор иҷро кардааст?

- А) $40 pV$; В) $4 pV$; С) $0,6 pV$; Д) $0,4 pV$.

19. Қонуни якуми термодинамика чиро тавсиф медиҳад?

- А) қонуни бақои энергияи механикиро;
 В) энергияи деформатсияи чандириро;
 С) мувозинати ҳароратиро;
 Д) қонуни бақои энергияро.

20. Дар изотермӣ васеъ шудани газ энергияи дохилии он чӣ гуна тағйир меёбад?

- А) меафзояд; В) кам мешавад;
 С) тағйир намеёбад; Д) энергияи дохилии он дилхоҳ шуданаш мумкин.

21. Қонуни якуми термодинамика барои чараёни изотермӣ дар кадом намуд навишта мешавад? Аз ҷавобҳо дурусташро интихоб кунед.

- A) $Q = \Delta U + A$; B) $Q = \Delta U$; C) $A + \Delta U = 0$; D) $Q = \Delta U - A$.

22. Агар ба поршени озод ҳаракаткунандаи гази якатомаи зарфи силиндрӣ амудӣ истода микдори гармии 375 Ҷ дода шавад, чӣ гуна қор иҷро мекунад (Ҷ)?

- A) 300; B) 240; C) 200; D) 150.

23. Агар ба поршени озод ҳаракаткунандаи гази якатомаи зарфи силиндрӣ амудӣ истода микдори гармии 750 Ҷ дода шавад, энергияи дохилии газ чӣ қадар меафзояд (Ҷ)?

- A) 500; B) 450; C) 300; D) 250.

24. Таҳти поршени озод ғечандаи зарфи силиндрӣ гази якатома мавҷуд аст. Фишори газ баробарии $1,5 \cdot 10^5$ Па аст. Ба он чӣ қадар микдори гармӣ диҳем, ҳаҷми он ба 2 л меафзояд (Ҷ)?

- A) 1662; B) 500; C) 750; D) 150.

25. Гапро бо тарзи мувофиқой ба мазмуни ҷумлаи додашуда давом диҳед: Дар чараёни адиабатӣ ...

A) V T ва P тағйир меёбад ва бо муҳити берунӣ мубодилаи гармӣ намешавад;

B) V ва T тағйир меёбад, P -бегағйир мемонад;

C) P ва T тағйир ёфта, V -тағйир намеёбад;

D) P ва V тағйир меёбад, T -тағйирнопазир аст.

26. Дар фишурдани гази идеалӣ бо тарзи адиабатӣ 50 МҶ қор иҷро шуд. Дар ин энергияи дохилии газ чӣ хел тағйир меёбад?

A) баробари сифр аст;

B) ба 50 МҶ меафзояд;

C) ба 50 МҶ кам мешавад;

D) ба 25 МҶ меафзояд.

27. Ба гази якатома гармӣ дода шавад, газ ба тарзи изобарӣ ба $0,05 \text{ м}^3$ васеъ мешавад. Агар фишори газ 10^5 Па бошад, энергияи дохилии газ ба чанд кҶ зиёд шудааст?

A) 7,5;

B) 5,5;

C) 7;

D) 12.

28. Ҳавои массааш 580 г ва 40 К бо тарзи изобарӣ гарм карда шавад, чӣ қадар қор иҷро мекунад (Ҷ)? Массаи молярии ҳаво 29 г/мол аст.

A) 6648;

B) 4564;

C) 2050;

D) 1518.

29. Гелии массааш 100 г ба ҳарорати 8 К афзуда бошад, энергияи дохилии он чӣ қадар тағйир меёбад?

A) 3408;

B) 4546;

C) 4028;

D) 2493.

ХУЛАСОҶОИ МУҶИМ АЗ РӯИ БОБИ II

Энергияи дохилӣ	Суммаи энергияи кинетикии тамоми зарраҳои ҷисм ташкилёфта ва тамоми энергияи потенциалии таъсири мутақобили молекулаҳо ба энергияи дохилии ин ҷисм баробар аст, яъне: $I = B_k + B_n$
Энергияи дохилии гази идеалӣ	Энергияи дохилии гази идеалӣ бо формулаи $U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT = \frac{3}{2} pV$ ҳисоб карда мешавад.
Кори термодинамикӣ	Ҳаҷми газ тағйир ёбад, вай муқобили қувваи фишори беруни кор иҷро мекунад. Ин кор кори термодинамикӣ номида мешавад. Дар ҷараёни изобарӣ кори иҷрошуда бо ёрии ифодаи зерин ҳисоб карда мешавад: $A = p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T$
Доимии универсалии газӣ	Доимии универсалии газӣ аз ҷиҳати ададӣ ба кор иҷрокардаи газ мавриди як мол газро ба як келвин изобарӣ тафсонидан баробар аст.
Мубодилаи гармӣ ё ки гарминақлкунӣ	Ҷараёни нақли энергия бе иҷрои кор аз як ҷисм ба ҷисми дигар мубодилаи гармӣ ё ки гарминақлкунӣ номида мешавад.
Миқдори гармӣ	Бузургии физикие, ки дар вақти гарминақлкунӣ миқдори энергияи дохилии ба ҷисм додашуда ё ки грифташуда, миқдори гармӣ номида мешавад.
Миқдори гармии ҷисм гирифта ё ки гумкарда	Дар ҷараёни гарминақлкунӣ ҳарорати ҷисм аз қимати t_1 ба қимати t_2 тағйир ёфта бошад, миқдори гармии ҷисм гирифта ё ки гумкарда: $Q = mc(t_2 - t_1)$
1 калория (1 кал)	Миқдори гармие, ки ба 1°C гарм кардани 1 грамм оби дистилатсия кардашуда лозим аст, <i>1 калория</i> гуфта қабул кардаанд.
Гармиғунҷоиши хоси модда	Бузургии физикие, ки барои ба 1°C тағйир додани ҳарорати моддаи массааш 1 кг миқдори гармии лозимиро ифода мекунад, гармиғунҷоиши хоси модда номида мешавад.

Муодилаи баланси гармӣ	<p>Дар натиҷаи мубодилаи гармӣ суммаи миқдори гармии нақлкардаи ҷисмҳои энергияи дохилиашон камшуда ба суммаи миқдори гармии ҷисмҳои энергияи дохилиашон афзуда баробар аст, яъне</p> $Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = Q'_1 + Q'_2 + \dots + Q'_n$ <p>дар инҷо Q_1, Q_2, \dots, Q_n –миқдори гармии ҷисмҳои гарм нақлкарда, Q'_1, Q'_2, \dots, Q'_n миқдори гармии ҷисмҳои хунуктар қабул намуда.</p>
Гармии хоси сӯзиши сӯзишворӣ	Бузургии аз ҷиҳати ададӣ ҳангоми пурра сӯختани 1 кг сӯзишворӣ ба миқдори гармии ҷудошуда баробарро гармии хоси ҳамин сӯзишворӣ номида мешавад.
Миқдори гармии хориҷшуда мавриди сӯختани сӯзишворӣ	<p>Дар вақти сӯختани ҳар гуна сӯзишвории массааш m барои ҳисоб кардани миқдори гармии хориҷшуда Q гармии хоси сӯзиши сӯзишворӣ q-ро бо массаи сӯзишвории бағамом сӯхта зарб задан лозим, яъне:</p> $Q = q \cdot m$
Қонуни якуми термодинамика	Миқдори гармие, ки ба система дода шудааст ба тағйироти энергияи дохилии система ва ба иҷрои кори система муқобили қувваҳои беруна сарф мешавад, яъне: $Q = \Delta U + A$
Қонуни якуми термодинамика доир ба ҷараёни изотермӣ	<p>Ҷараёни изотермӣ ($T = \text{const}$). Ҳарорати гази идеалӣ тағйирнопазир бошад, энергияи дохилии он ҳам тағйирнопазир аст ва $\Delta U = 0$ мешавад. Ба ин гуна ҳолат қонуни якуми термодинамика ин тавр ифода меёбад: $Q = A$.</p> <p>Дар ҷараёни изотермӣ миқдори гармии ба гази идеалӣ додашуда ба иҷрои кор сарф мешавад. Мавриди ҷараёни изотермӣ газ гармӣ гирифта истода бошад ($Q > 0$), ба ҳаҷми ΔV васеъ шуда, кори мусбат ($A > 0$) иҷро мекунад.</p>

Қонуни якуми термодинамика доир ба чараёни изобарӣ	Кори газ бар қувваҳои беруна дар чараёни изобарӣ ҳангоми васеъшавӣ $A = p \cdot \Delta V$ мешавад. Барои чараёни изобарӣ қонуни якуми термодинамика чунин ифода меёбад: $Q = \Delta U + p \cdot \Delta V$. Дар чараёни изобарӣ миқдори гармии ба система додасуда ба зиёд намудани энергияи дохилии система ва дар фишори тағйирнопазир ба иҷрои кор сарф мешавад.
Қонуни якуми термодинамика доир ба чараёни изохорӣ	Дар чараёни изохорӣ ($\Delta V = 0$). $A = p \cdot \Delta V = 0$ аст, яъне кор иҷро намешавад. Қонуни якуми термодинамика ба ин гуна ҳолат чунин ифода меёбад: $Q = \Delta U$. Дар чараёни изохорӣ ҳамаи гармие, ки ба система дода шудааст, ба зиёд кардани энергияи дохилии система сарф мешавад.
Чараёни адиабатӣ	Чараёни дар системаи изолятсияшуда бе мубодилаи гармӣ рӯйдиханда чараёни адиабатӣ меноманд. Дар чараёни адиабатӣ $Q = 0$ аст. Газ адиабатӣ васеъ (фишурда) шавад се параметрҳои макроскопии газ p, V ва T тағйир меёбад.
Газ адиабатӣ васеъ шавад	Газ адиабатӣ васеъ шавад кори мусбат иҷро мекунад, яъне газ бар қувваҳои беруна кор иҷро мекунад. Дар васеъшавии адиабатӣ энергияи дохилӣ ва фишори он кам мешавад.
Газ адиабатӣ фишурда шавад	Газ адиабатӣ фишурда шавад, кори манфӣ иҷро мекунад, яъне қувваҳои беруна бар газ кор иҷро мекунад. Газ адиабатӣ фишурда шавад, энергияи дохилӣ ва фишори он меафзояд.
Чараёнҳои бобозгашт	Дар система чараён аввал дар як самт, баъд дар самти ба он баръакс содир шуда, ҳангоми вай ба ҳолати ибтидоии худ баргаштан дар муҳити беруна ягон тағйирёбӣ содир нашоавад, ин гуна чараён, чараёни бобозгашт номида мешавад.
Чараёни бебозгашт	Дар система чараён содир шуда аз ҳолати худ бароварда шавад, вай худ аз худ ё ки дар муҳити беруна ягон дигаргунӣ содир накарда, ба ҳолати ибтидоӣ барнагардад, ин гуна чараён, чараёни бебозгашт номида мешавад.
Қонуни дуҷуми термодинамика	Агар байни ду системаи хунуктар ва гармтар ё ки дар ҳисмҳои атроф ягон дигаргунӣ набошад, аз системаи хунуктар ба системаи гармтар гарминанқлунӣ номумкин аст.

БОБИ III МУҲАРРИКҲОИ ҲАРОРАТӢ

§ 26. МУҲАРРИКҲОИ ДАРУНСӢЗ

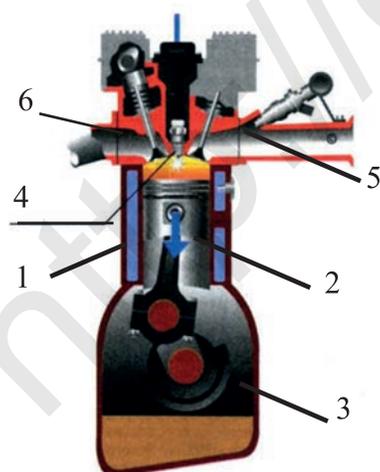
Бештарин муҳаррикҳои дар саноат ва ҳаёт коркунанда муҳаррикҳои ҳароратианд. Якчанд намудҳои муҳаррикҳои ҳароратӣ мавҷуданд: муҳаррикҳои дарунсӯз, муҳаррики дизелӣ ва муҳаррики реактивӣ.



Таҷҳизоте, ки энергияи гармиро ба энергияи механикӣ табдил медиҳад, муҳаррики ҳароратӣ номида мешавад.

Муҳаррики дарунсӯз

Муҳаррики аз ҳама бештар паҳншуда муҳаррики ҳароратӣ аст. Дар ин муҳаррик сӯзишворӣ дар дохили силиндри муҳаррик дар мегирад. Аз ин боис вай номи муҳаррики дарунсӯзро гирифтааст. Муҳаррикҳои дарунсӯз бо сӯзишвориҳои моеъ (бензин, керосин) ё ки гази даргиранда (метан, пропан, октан) кор мекунад. Дар расми 32 бурриши муҳаррики дарунсӯзи соддатарин (як силиндри) нишон дода шудааст. Поршени (2) дохили силиндр (1) ба боло ва поён ҳаракат мекунад. Поршен ба воситаи зонувард (3) ва шатун (4) маҳкам карда шудааст. Дар қисми болоии силиндр свечаи (5) даргиронандаи сӯзишворӣ шинонида шудааст.



Расми 32.

Дар вазъияти поршен ба боло бардошта шудан клапан (6) кушода шуда, ба андаруни силиндр омехтаи сӯзишворӣ (бензин ва ҳаво) кашида мешавад ва ҳамон замон свеча омехтаи сӯзишвориро дар мегиронад. Пас аз даргирии сӯзишвориҳои болоӣ, поршен ҳарорати ҳавои дохили силиндр то $1600 - 1800\text{ }^{\circ}\text{C}$ бардошта мешавад. Дар натиҷа фишори болои поршен якбора меафзояд. Газ васеъ шуда поршен поён меравад, дар ин ҳол гази всеъшуда кори механикӣ иҷро мекунад ва клапан (7) кушода шуда гази кор иҷрокарда бе берун бароварда мешавад. Ин гуна муҳаррик барои бефосила кор карда истоданаш, дар силиндри муҳаррик бо тарзи даврӣ даргирии

омехтаро таъмин намудан лозим. Дар мамлакатамон ба автомобилҳои сабукрави истеҳсол кардаистодаи Нексия, Жентра, Матиз муҳаррикҳои дарунсӯзи инжекторӣ гузошта шудааст (расми 33).



Расми 33.

Муҳаррикҳои дизелӣ

Муҳаррики коэффитсиенти кори фойданокаш нисбат ба муҳаррикҳои дарунсӯз баландро соли 1893 муҳандиси олмон *Рудолф Дизел* офарид. Аз ин рӯ ин гуна муҳаррикҳо, муҳаррикҳои дизелӣ ном гирифтаанд. Дар муҳаррики дизелӣ свечаи даргиронандаи сӯзишворӣ намешавад. Дараҷаи фишориши ҳавои болои поршен нисбат ба муҳаррикҳои инжекторӣ (карбюраторӣ) баланд мешавад. Дар натиҷаи басо тез фишурдани гази дохили цилиндр ҳарорати газ яқбора афзуда меравад. Дар ин лаҳза ба даруни цилиндр форсункаи махсуси сӯзишвории моеъро мепошад (расми 34). Дар натиҷа сӯзишворӣ аланга мегирад. Ба машинаҳои вазнинборкаш MAN ва микроавтобусҳои дар мамлакатамон истеҳсол намуда истода муҳаррикҳои дизелӣ гузошта шудааст (расми 35).

Форсунка



Расми 34.



Расми 35.

Ҳаракати реактивӣ

Самолётҳои реактивӣ ва ракетаҳои кайҳонӣ бо ёрии муҳаррикҳои реактивӣ ҳаракат мекунанд. Муҳаррики ҳароратӣ аз қисмҳои асосии зерин иборат аст: баки сӯзишворӣ (1), реактивӣ сӯзишворисӯзӣ (2) ва аз қисмҳои ба камера барандаи сӯзишворӣ, мавриди сӯхтани сӯзишворӣ гази ҳосилшударо ба берун бароранда (3 сопло) иборат аст. Дар расми 36 намуди схематикӣ муҳаррики реактивӣ оварда шудааст.



Расми 36.

Сӯзишвории муҳаррики реактиви кишти кайҳонӣ ҳам, моддаи кориаш ҳам дар ҳуди кишти мешавад. Аз ин рӯ кори он ба муҳити атроф новобаста аст.

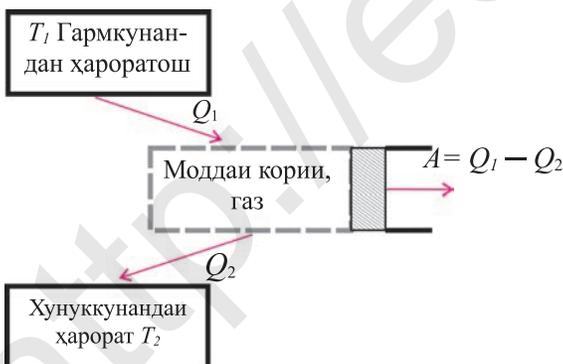


1. Принципи кори муҳаррики дарунсӯзро фаҳмонед.
2. Фарқияти принципи кори мутаҳаррики дизелӣ аз муҳаррики инжекторӣ дар чист?
3. Принципи кори муҳаррики реактивиро фаҳмонед.

§ 27. ПРИНЦИПИ КОРИ МУҲАРРИКҲОИ ҲАРОРАТӢ

Дар тамоми муҳаррикҳои ҳароратӣ қисми корӣ (ҷисме, ки кор иҷро мекунад) газ буда вай ҳангоми васеъшавӣ кор иҷро мекунад.

Ҳар гуна муҳаррики ҳароратӣ аз гармкунандаи ҳарораташ T_1 -и миқдори гармии Q_1 диҳанда ва хунуккунандаи ҳарораташ T_2 -и миқдори гармии Q_2 гиранда ва моддаи кори (газ) кори механикӣ иҷрокунда иборат аст (расми 37).



Расми 37.

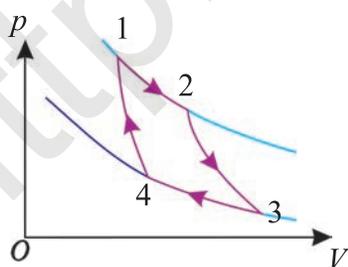
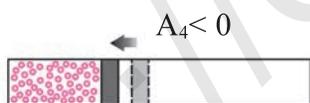
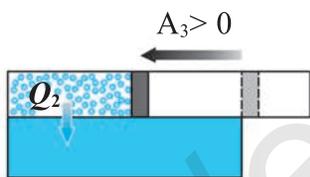
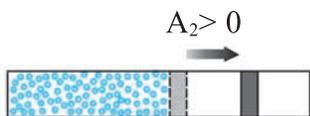
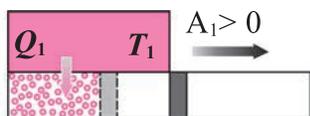
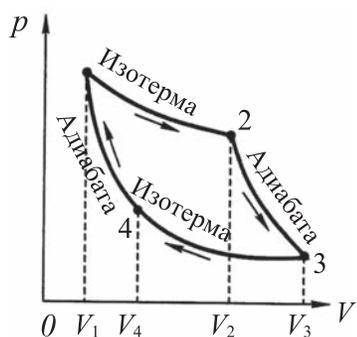
Гармкунандаи принципҳои кори муҳаррикҳои ҳарораташ T_1 ҳароратӣ чунин аст:

1. Дар ҳар гуна муҳаррикҳои ҳароратӣ хунуккунаки газ энергияи дохилии сӯзишворӣ ба ҳарораташ T_2 энергияи механикӣ табдил меёбад.

2. Барои кор кардани муҳаррикҳои ҳароратӣ гармкунанда ва хунуккунандаи ҳароратҳояшон гуногун буданаш шарт.

3. Кори муҳаррикҳои ҳароратии дилхоҳ аз тағйирёбии ҳолати ҷисми корӣ (масалан, газ) бо тарзи сиклҳои такрорӣ иборат мешавад.

Нахустин шуда принципи кори муҳаррикҳои ҳароратии идеалии чортактӣ аз тарафи муҳандиси Фаронса Сади Карно маънидод карда шудааст. Сикли кори ин муҳаррики ҳароратӣ аз ду изотерма ва аз ду адиабата иборат аст (расми 38).



Расми 38.

Ҳарорати ибтидоии ҷисми кори (газ) дар ҳолати 1 истодаро бо T_1 , ишорат мекунем. Гази дар ҳолати 1 буда дар ҳарорати T_1 изотермӣ васеъ шуда, ба ҳолати 2 мегузарад. Дар ин вақт газ аз гармкунанда миқдори гармии баробари Q_1 -ро гирифта муқобили қувваи беруна кори A_1 иҷро мекунад.

Пас аз ба ҳолати 2 гузаштани газ контакти он аз гармидиҳанда ҷудо мешавад. Дар натиҷа мавриди васеъшавии адиабатии газ имконият ба вуҷуд меояд ва моддаи корӣ ба ҳолати 3 мегузарад. Дар ин газ аз ҳисоби энергияи дохилии худ муқобили қувваҳои беруна кори A_2 иҷро мекунад. Газ кор иҷро кунад, энергияи дохилии он кам мешавад, дар натиҷа ҳарорати он аз T_1 то T_2 паст мефарояд.

Аммо ин ҳарорат аз ҳарорати муҳити атроф баланд аст.

Вақте ки газ ба ҳолати 3 мегузарад ва бо хунуккунандаи ҳарораташ T_2 дар контакт мешавад. Аз ин ҳолат ҳангоми 4 муқобили қувваҳои беруна газ изотермӣ фишурда мешавад. Дар ин ҳол қувваҳои беруна газро фишурда кори A_3 иҷро мекунад. Инчунин моддаи корӣ ба хунуккунанда гармии Q_2 медиҳад.

Пас аз газ ба ҳолати 4 муваффақ шудан моддаи корӣ аз хунуккунанда ҷудо мешавад ва ба ҳолати 1 адиабатӣ мегузарад. Дар ин газ адиабатӣ фишурдашуда бар он қувваҳои беруна кори A_4 иҷро мекунад. Инчунин ҳарорати газ аз T_2 то T_1 бардошта мешавад.

Кори ғоиданоки муҳаррики ҳароратии аз рӯи сикли Карно кор кардаистода бо ифодаи $A_\phi = Q_1 - Q_2$ аниқ карда мешавад. Дар ин ҷо Q_1 миқдори гармии аз гармкунанда гирифташуда, Q_2 - миқдори гармии ба хунуккунанда додашуда.

Коэффитсиенти кори фойданоки муҳаррикҳои ҳароратӣ (ККФ)

Коэффитсиенти кори фойданоки (ККФ) муҳаррикҳои ҳароратӣ гуфта нисбати кори иҷрокардаи муҳаррик A_ϕ бар миқдори гармии гармкунанда гирифта Q_1 -ро мегӯянд, яъне:

$$\eta = \frac{A_\phi}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad \text{ё ки} \quad \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\% \quad (1)$$

Дар ҳамаи муҳаррикҳо аз сабаби миқдори гармии маълум ба хунуккунанда дода шуданаш дар ҳама ҳолат ККФ $\eta < 1$ мешавад. Дар машинаҳои ҳароратии ҳозира ККФ (ба ҳисоби фоиз гирем) ба ҳисоби миёна дар муҳаррики дизелӣ – 40 %, коэффитсиенти кори фойданоки муҳаррикҳои карбюраторӣ 25 – 30 % - ро ташкил медиҳад.

Қонунҳои термодинамика имкони ҳисобкунии қимати калонтарини имконпазири ККФ-и муҳаррики ҳароратии ҳарорати гармкунандааш T_1 ва ҳарорати хунуккунандааш T_2 -ро медиҳад. Инро якумин шуда муҳандис ва олими фаронса Сади Карно ҳисоб намуда ёфтааст. Карно барои қимати ККФ – и муҳаррикҳои ҳароратии идеалӣ дар асоси ифодаи зайл аниқ намуд, яъне:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\% \quad (2)$$

Бинобар ин, ККФ – и машинаҳои ҳароратии идеалӣ фақат ба фарқи ҳароратҳои гармкунанда ва хунуккунанда мутаносиби роста будааст. Барои афзудани ККФ – и машинаҳои ҳароратӣ, ҳарорати гармкунандаро бардошта, ҳарорати хунуккунандаро фаровардан лозим аст. Агар фарқи байни ҳароратҳои гармкунанда ва хунуккунанда $T_1 - T_2 = 0$ бошад, муҳаррик кор иҷро карда наметавонад.



1. Дар муҳаррикҳои ҳароратӣ аҳамияти гармкунанда, хунуккунанда ва қисми кори ҷӣ гуна аст?
2. Сикли Карно аз кадом чараёнҳо иборат аст?
3. Принсипи кори сикли Карноро фаҳмонед.
4. Кори фойданоки машинаҳои ҳароратӣ иҷрокарда ҷӣ хел аниқ карда мешавад?
5. Коэффитсиенти кори фойданоки муҳаррикҳоро ҷӣ хел ҳисоб мекунад?

Намудаи берунии муҳаррики дарунсӯзи компанияи «GENERAL MOTORS», ки дар мамлакатамон фаъолият бурда истода аст.



§ 28. ҲАЛЛИ МАСАЛАҲО

Масъалаи 1. Машинаи ҳароратӣ дар як сикл 600 Ҷ кор иҷро мекунад ва дар ин ба хунуккунанда 600 Ҷ гармӣ медиҳад, ККФ-и машинаи ҳароратиро ёбед.

Дода шудааст:
 $A = 600 \text{ Ҷ}$
 $Q_2 = 600 \text{ Ҷ}$

Ёфтани лозим:
 $\eta = ?$

Ҳалли он: кори ғоиданоки муҳаррики дар асоси сикли Карно коркунанда бо ифодаи $A = Q_1 - Q_2$ аниқ карда мешавад. Инчунин ККФ-и муҳаррики ҳароратӣ бо нисбати кори иҷрошуда бар миқдори гармии аз гармкунанда гирифташуда Q_1 аниқ мекунем, яъне: $\eta = \frac{A}{Q_1}$.

$$\eta = \frac{A}{A + Q_2} \cdot 100\% = \frac{600 \text{ Ҷ}}{600 \text{ Ҷ} + 600 \text{ Ҷ}} \cdot 100\% = 50\%.$$

аз ин

Ҷавоб: $\eta = 50\%$.

Масъалаи 2. Ба турбинаи буғии бо сикли Карно кор кардаистода буғи ҳарораташ 480 °С дохил шуда, буғи ҳарораташ 130 °С барояд, ККФ – и турбинаро аниқ кунед.

Дода шудааст:

$t_1 = 480 \text{ °С},$
 $T_1 = t_1 + 273 = 753 \text{ К}$
 $t_2 = 130 \text{ °С},$
 $T_2 = t_2 + 273 = 403 \text{ К}$

Ёфтани лозим:
 $\eta = ?$

Ҳалли он: ККФ – и муҳаррики ҳароратии гармкунандаш T_1 ва хунуккунандаш T_2 – ро бо ифодаи

$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$ ҳисоб мекунем:

$\eta = \frac{753 \text{ К} - 403 \text{ К}}{753 \text{ К}} \cdot 100\% \approx 46,5\%$ **Ҷавоб:** $\eta \approx 46,5\%$

Масъалаи 3. Ҳарорати гармкунандаи машинаи ҳароратӣ 237 °С, хунуккунанда 67 °С. Агар дар як сикл аз гармкунанда миқдори гармии 1800 Ҷ гирифта шавад, машина дар як сикл чӣ қадар кор иҷро мекунад?

Дода шудааст:

$t_1 = 237 \text{ °С},$
 $T_1 = t_1 + 273 = 510 \text{ К}$
 $t_2 = 67 \text{ °С},$
 $T_2 = t_2 + 273 = 340 \text{ К}$
 $Q_1 = 1800 \text{ Ҷ}$

Ёфтани лозим: $A = ?$

Ҳалли он: ККФ-и муҳаррики ҳароратӣ

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (1)$$

инчунин ККФ-и муҳаррик бо нисбати кори A муҳаррик бар миқдори гармии Q аз гармкунанда гирифта аниқ карда шуданашро ба инобат гирем:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \quad (2)$$

Аз ин муносибатҳо кори иҷрокардаи муҳаррик: $A = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot Q_1$

$$A = \frac{510 \text{ К} - 340 \text{ К}}{510 \text{ К}} \cdot 1800 \text{ Ҷ} = 600 \text{ Ҷ}.$$

Ҷавоб: $A = 600 \text{ Ҷ}.$

1. Чисми корӣ (газ) аз гармкунанда гармии 840 Ҷ гирифт. Агар ККФ – и муҳаррики ҳароратӣ 30 % бошад, газ чӣ қадар қор иҷро кардааст?
2. Ҳарорати гармкунанда 477°C, ҳарорати хунуккунак 27 °C бошад, ККФ-и максималии муҳаррики ҳароратиҳо ҳисоб кунед.
3. Барои ККФ-и муҳаррики ҳароратӣ 62,5 % шуданаш ҳарорати гармкунандаи он чӣ қадар бояд шавад? Ҳарорати хунуккунанда 300 К аст.
4. Агар ҳарорати машинаи ҳароратии идеалии гармкунандааш 127 °C, ҳарорати хунуккунандааш 7°C буда дар як сикл аз гармкунанда миқдори гармии 1300 Ҷ гирад, қори ғоиданоки иҷрошуда ба чӣ баробар аст?
5. Машинаи ҳароратии ККФ-аш 40% буда дар як сикл ба хунуккунанда 63 кҶ гармӣ медиҳад. Машина дар як сикл чӣ қадар қор иҷро мекунад?
6. Дар машинаи ҳароратии идеалӣ ҳарорати хунуккунанда 62 °C ККФ-и муҳаррики ҳароратиаш 50% бошад, фарқи байни ҳароратҳои гармкунанда ва хунуккунанда чӣ қадар аст?
- 7*. Дар машинаи идеалии бо сикли Карно қоркунанда нисбати ҳароратҳои гармкунанда ва хунуккунанда ба 5 баробар аст. Агар дар як сикл ба хунуккунанда 180 кҶ гармӣ нақл шуда бошад, миқдори гармии аз гармкунанда гирифта ёбед.
- 8*. Ҳарорати гармкунандаи муҳаррики ҳароратии идеалӣ 327°C буда, ҳароратӣ хунуккунандааш 127°C аст. ККФ - и ҳамин машинаи идеалиро барои ду маротиба зиёд қардан ҳарорати гармкунандаро чӣ қадар бояд зиёд намуд?

§ 29. МАШИНАҲОИ ҲАРОРАТӢ ВА МУҲОФИЗАИ ТАБИАТ

Ҳаёти имрӯзаи инсониятро бе машинаҳои ҳароратӣ тасаввур қарда намешавад. Машинаҳои сабуқрави марқаҳои гуногун, автобусҳо, киштиҳои обӣ, поездҳо, самолётҳо ва транспортҳои дигар бо ёрии муҳаррикҳои ҳароратӣ ҳаракат мекунанд.

Машинаҳои ҳароратӣ аз ҳисоби сӯхтанӣ ба ҳаракат меоянд. Дар онҳо ба сифати сӯзишворӣ аз бензин, керосин, пропани моеъ ва гази метан истифода мебаранд. Самолёти дар парвози буда машинаи дар қояш қор қардаистодаро бо диққат мушоҳида кунем аз муҳаррики онҳо берун баромадани газҳо дар намуди дуд мебинем.

Дар муҳаррики дарунсӯз мавриди сӯхтани сӯзишворӣ, як қисми он ба берун дуд шуда баромада меравад. Қисми асосии ин газ ба организми инсон ва табиатамон зараровар аст. Бидуни ин, дар ин рӯзҳо иқтидори истеъмоли қардаистодаи муҳаррикҳои рӯи Замин ба 10^{10} кВт расид. Ҳангоми иқтидори истеъмоли қардаистодаи муҳаррикҳои ҳароратӣ ба $30 \cdot 10^{12}$ кВт расидан ҳарорати қурраи замин тахминан ба як градус баланд мешавад. Ин бошад ба обшавии ғорҳои қалон ва бардошташавии оби океанҳои дунё гирифта меорад. Дар натиҷа, ин ҳавфи дар зерии об мондани шаҳр ва кишлоқҳои дар соҳили баҳру океанҳо қойғиршуда, инчунин майдонҳои замини серҳосил гирифта меорад. Адади муҳаррикҳои қурраи Заминамон сол аз сол бо суръати

тез афзуда рафта истодааст. Дар онҳо ҳар сол ба ҳисоби миёна 2 миллиард тонна ангишт ва 1 миллиард тонна маҳсулотҳои нефт сӯхта мешавад. Дар натиҷаи кори онҳо ба атмосфера ба миқдори басо калон гази ангидриди карбонат ҳамроҳ шуда истодааст. То ҳоло гази аз муҳаррикҳои ҳароратӣ барои маҷмаа истода ро пурра тоза намудан басо душвор аст. Ба фикри олимони ҳар сол тахминан 120 миллион тонна хокистар, 60 миллион тонна газҳои зарарнок паҳн шуда истодаанд. Сол аз сол зиёд шуда рафтани муҳаррикҳои ҳароратӣ, дар пеши ҷамъият муаммои калон муҳофизаи табиатро ба вуҷуд овард.

Қисми калони энергияи электрикии ба диёрамон басо зарур аз ҳисоби сӯзишворӣ гирифта мешавад. Стансияҳои гармидиҳанда ҳам бе сӯзишворӣ кор карда наметавонанд. Дар ин гуна стансияҳо ҳар рӯз тоннаҳо сӯзишворӣ сӯхта, гази зарарнок ба атмосфера паҳн мешавад. Дар кураи Замин дар як вақт, ки муаммои экологӣ ба вуҷуд омада истодааст давлати мо ҳам ба ин гуна муаммоҳо бефарқ нигоҳ карда наистодааст. Дар Республикамон ягона роҳи дурусти ҳалли ин гуна муаммо аз энергияи афтоб истифодабарӣ аст. Чунки дар мамлакатӣ мо рӯзҳои офтобӣ нисбатан ба баъзе давлатҳо бисёртар аст. Ба болои хонаҳои замонавӣ дар кишлоқҳо сохта шуда истода батареяҳои офтобӣ шинонида аз онҳо истифода бурда истодаанд.

Дар ҳаёти ҳаррӯзамон чун машинаҳои ҳароратӣ аз машинаҳои хунуккунанда (яхдон) ҳам истифода мебарем. Адади онҳо ҳам сол аз сол бо суръати калон афзуда истодаанд. Дар ин машинаҳо ба сифати ҷисми корӣ аз моеъи фреон номидашаванда истифода мебаранд. Системаи машинаҳои хунуккунанда чӣ қадар герметик набошад ҳам, аз онҳо басо кам бошад ҳам буғи фреон ба атмосфера паҳн мешавад. Дар натиҷа дар таркиби атмосфера сол аз сол миқдори буғи фреон зиёд шуда истодааст. Ба шумо аз фанни география маълум аст, ки қисми атмосфераи аз сатҳи замин дар баландии 25 – 30 км ҷой гирифта аз қабати озон (O_3) иборат аст. Қабати озон организми зиндаи сатҳи заминро аз таъсири афканишотҳои мавҷашон басо кӯтоҳи аз кайҳон оянда ҳимоя мекунад. Агар дар таркиби атмосфера миқдори буғи фреон афзояд, қабати озон коҳиш ёфта дар он сӯроҳи пайдо мешавад. Афканишотҳои мавҷашон басо кӯтоҳи ба воситаи сӯроҳии ҳосилшудаи қабати озон гузашта, организмҳои зиндари коҳиш дода, ба ҳаёти заминӣ хавф меандозад. Бо мақсади ёфтани ҳалли иҷобии ин масъала олимони оиди иваз кардани фреон бо моеъҳои дигар татқиқотҳо бурда истодаанд.

Хулоса карда бигӯем, муҳаррикҳои ҳароратӣ ба инсон аз як тараф имкониятҳои басо калонро диҳад, аз тарафи дигар онҳо ба атмосфераи Замин ва табиат таъсири салбии худро нишон медиҳад.



1. Чӣ қадари энергияи электрикӣ дар мамлакатамон истифода шударо машинаҳои ҳароратӣ медиҳад?
2. Дар саноати автомобилӣ барои муҳофизаи табиат чӣ гуна чора-тадбирҳо дида мешавад?
3. Газҳои захрнокӣ ба атмосфера ҳамроҳ шуда истода чӣ гуна оқибатҳо оварданиш мумкин?

§ 30. ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Масъалаи 1. Мухаррики ҳарорати тавоноии 60 кВт ҳосил мекунад ва дар ҳамин тавоноӣ дар як соат ба ҳисоби миёна 18 кг сӯзишвории дизелӣ сарф мекунад. ККФ-и муҳаррикро ёбед. Сӯзиши ҳоси сӯзишвории дизелӣ 42 МҶ/кг аст.

Дода шудааст:

$$P = 60 \text{ кВт} = 60 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

$$t = 1 \text{ соат} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ с}$$

$$m = 18 \text{ кг}$$

$$q = 42 \cdot 10^6 \text{ Ҷ/кг}$$

Ёфтан лозим:

$$\eta = ?$$

Ҳалли он: дар асоси таърифи тавоноӣ таҷҳизоти бо тавоноии P кор кардаистода дар вақти t кори ғоида ноки зеринро иҷро мекунад, яъне, $A_{\phi} = P \cdot t$. Дар дизелҳо ҳангоми пурра сӯхтани ягон намуди сӯзишвории массааш m миқдори гармии ба $m \cdot q$ баробар хориҷ мешавад. Миқдори гармии $m \cdot q$ - миқдори гармии гармкунанда дода $Q_1 = m \cdot q$ ё ки. кори умумии гармкунанда иҷрокарда гуфта ҳам қабул кардан мумкин, яъне: $A_y = m \cdot q$. Дар ин ҳол коэффитсиенти кори ғоиданоки муҳаррики электрикӣ: $A_y = m \cdot q$.

$$\eta = \frac{A_{\phi}}{Q_1} \cdot 100 \% = \frac{P \cdot t}{m \cdot q} \cdot 100 \%. \quad [\eta] = \left[\frac{A_{\phi}}{Q_1} \right] = \frac{\text{Ҷ}}{\text{Ҷ}} = 1.$$

$$\eta = \frac{A_{\phi}}{Q_1} \cdot 100 \% = \frac{P \cdot t}{m \cdot q} \cdot 100 \% = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{18 \cdot 42 \cdot 10^6} \cdot 100 \% = 28,6 \%$$

Ҷавоб: $\eta = 28,6 \%$.

Масъалаи 2. Дар печ ҳангоми сӯхтани карасини массааш 42 г ҳарорати оби массааш 3 кг чӣ қадар бардошта мешавад? К.К.Ф-и печ 30 %. Гармии ҳоси сӯзиши карасин 46 МҶ/кг.

Дода шудааст:

$$m_1 = 42 \text{ г} = 42 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$m = 3 \text{ кг}$$

$$q = 46 \cdot 10^6 \text{ Ҷ/кг}$$

$$\eta = 0,3$$

$$c = 4200 \frac{\text{Ҷ}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Ёфтан лозим:

$$\Delta t = ?$$

Ҳалли он:

$A_{\phi} = Q = m \cdot c \cdot \Delta t$. Инчунин, миқдори гармии дар вақти сӯхтани сӯзишвории массааш m_1 ҷудошуда $Q_1 = m_1 \cdot q$. Коэффитсиенти кори ғоиданоки дастгоҳ:

$$\eta = \frac{A_{\phi}}{Q_1} = \frac{m \cdot c \cdot \Delta t}{m_1 \cdot q}. \quad \text{Аз ин:}$$

$$\Delta t = \frac{\eta \cdot m_1 \cdot q}{m \cdot c} \quad [\Delta t] = \frac{1 \cdot \text{кг} \cdot \frac{\text{Ҷ}}{\text{кг}}}{\text{кг} \cdot \frac{\text{Ҷ}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}} = ^\circ\text{C}.$$

$$\Delta t = \frac{\eta \cdot m_1 \cdot q}{m \cdot c} = \frac{0,3 \cdot 42 \cdot 10^{-3} \cdot 46 \cdot 10^6}{3 \cdot 4,2 \cdot 10^3} = 46 ^\circ\text{C}.$$

Ҷавоб: $\Delta t = 46 ^\circ\text{C}$.

Масъалаи 3. Барои тай намудани 100 км роҳ автомобил 10 л бензин сарф намуд. Автомобил бо суръати 90 км/ соат ҳаракат карда бошад, тавоноӣ (иқтидор) -и он чӣ қадар будааст? ККФ-и муҳаррик 30 %. Зичии бензин $\rho = 0,7 \text{ г/см}^3$, гармии хоси сӯзишашро баробари $q=46 \text{ МҶ/кг}$ гуфта гиред.

Дода шудааст:

$$s = 100 \text{ км} = 10^5 \text{ м}$$

$$v = 90 \text{ км/соат} = 25 \text{ м/с}$$

$$V = 10 \text{ л} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho_b = 0,7 \text{ г/см}^3 = 700 \text{ кг/м}^3$$

$$q = 46 \cdot 10^6 \text{ Ҷ/кг}$$

$$\eta = 0,3$$

Ёфтан лозим:

$$P = ?$$

Ҳалли он: Барои ҳалли ин масъала якчанд амалҳои зеринро пай дар пай иҷро мекунем.

1) Автомобил бо суръати v -роҳи s -ро карда бошад, муайян кардани вақти ҳаракат, яъне: $t = \frac{s}{v}$

2) Муайян кардани массаи сӯзишворӣ, яъне: $m = \rho \cdot V$.

3) Сӯзишворӣ сӯзад, миқдори гармии хориҷшуда ба $Q_1 = m \cdot q$ баробар аст.

$$\eta = \frac{A_{\phi}}{Q_1} = \frac{P \cdot t}{m \cdot q} = \frac{P \cdot s}{\rho \cdot V \cdot q \cdot v}$$

Аз ин ифода

$$\eta = \frac{A_{\phi}}{Q_1} = \frac{P \cdot t}{m \cdot q} = \frac{P \cdot s}{\rho \cdot V \cdot q \cdot v}$$

Коэффитсиенти кори фойданоки таҷҳизот:

$$P = \frac{\eta \cdot \rho \cdot V \cdot q \cdot v}{s} \quad [P] = \frac{1 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3 \cdot \frac{\text{Ҷ}}{\text{кг}} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{м}} = \frac{\text{Ҷ}}{\text{с}} = \text{Вт.}$$

$$P = \frac{\eta \cdot \rho \cdot V \cdot q \cdot v}{s} = \frac{0,3 \cdot 7 \cdot 10^2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 46 \cdot 10^6 \cdot 25}{10^5} = 24150 \text{ Вт.}$$

Ҷавоб: $P = 24150 \text{ Вт} = 24,15 \text{ кВт}$



1. Дар оташдон барои гарм кардани 60 кг пӯлод то ҳарорати $1400 \text{ }^\circ\text{C}$ 4,6 кг сӯзишвории махсус сарф мешавад. Агар гармиғунҷоиши хоси пӯлод 460 Ҷ(кг·К), гармии сӯзиши сӯзишвории махсус 30 МҶ/кг бошад, гармидиҳии оташдон (ККФ) чӣ гуна аст?

2. Гармкунанда дар як дақиқа 4 г карасин сарф кунад 2 л оби ҳарораташ $31 \text{ }^\circ\text{C}$ дар чӣ қадар вақт меҷӯшад? ККФ ба 35 % баробар аст. $q_{\text{карасин}} = 46 \text{ МҶ/кг}$.

3. Сарфи бензини автомобили бо суръати 72 км/соат ҳаракат кардаистодаро дар 2 км роҳ ҳисоб кунед. Тавоноии автомобил 23 кВт ККФ-и он ба 25 % баробар аст. Гармии хоси сӯзиши бензин 46 МҶ/кг.

4. Коэффитсиенти кори фойданоки муҳаррики ҳароратии тавоноиаиш 50 кВт баробари 34 % бошад, вай дар се соат чӣ қадар сӯзишворӣ сарф мекунад? Гармии хоси сӯзиши сӯзишвории дизелӣ 42 МҶ/кг аст.

5. Машинаи ҳароратии идеалӣ 60 % - и гармии аз гармкунандаи газӣ гирифтаашро ба хунуккунанда медиҳад. Агар ҳарорати гармкунанда $227 \text{ }^\circ\text{C}$ бошад, ҳарорати хунуккунанда чӣ қадар будааст?

6. Дар машинаи ҳароратии идеалӣ ҳароратӣ мутлақи гармкунанда аз ҳарорати мутлақи хунуккунанда 3 маротиба баланд аст. Гармкунанда ба газ 30 кҶ миқдори гармӣ диҳад, вай чӣ қадар кор иҷро мекунад?
 7*. Дар роҳи уфуқӣ муҳаррики мотосикл дар суръати 60 км/соат ба тавонии 3,5 кВт доро мешавад. Агар ККФ-и муҳаррик 25 % бошад, мотосикл 3,6 л бензин сарф карда чӣ қадар роҳ мепаймояд? Гармии хоси сӯзиши бензин 46 МҶ/кг, зичиаш 0,7 г/см³.
 8*. Автомобили бо суръати доимии 108 км/соат ҳаракат кардаистода дар роҳи 46 км 5 кг бензин сарф намуд. Гармии хоси сӯзиши бензин 46·10⁶ Ҷ/кг ва ККФ-и муҳаррик 24 % бошад, иқтидори ғоиданоки автомобилро аниқ кунед.

СУПОРИШҶОИ ТЕСТӢ ОИДИ ТАКРОРИ БОБИ III

1. ККФ-и машинаҳои ҳароратии идеалиро кӣ ҳисоб кардааст?

- A) Болтсман; B) Селсий; C) Келвин; D) Карно.

2. Машинаи ҳароратии коэффитсиенти кори ғоиданокаш η аз гармкунанда миқдори гармии Q_1 -ро гирад, чӣ гуна кор иҷро мекунад?

- A) $(1-\eta)Q_1$; B) $(1+\eta)Q_1$; C) ηQ_1 ; D) Q_1/η .

3. Муҳаррики ҳароратии идеалӣ аз гармкунанда миқдори гармии 0,8 МҶ қабул карда ба хунуккунанда миқдори гармии 0,3 МҶ медиҳад. ККФ-и (%) максималии ин муҳаррики ҳароратиро ҳисоб кунед.

- A) 50; B) 62,5; C) 83,5; D) 30.

4. Дар сикл машинаи ҳароратӣ 21 кҶ кор иҷро намуда, ба хунуккунанда 29 кҶ миқдори гармӣ медиҳад. Коэффитсиенти кори ғоиданоки машинаро аниқ кунед.

- A) 30 %; B) 40 %; C) 42 %; D) 52 %.

5. Барои коэффитсиенти кори ғоиданоки машинаи ҳароратии идеалӣ 75 % шудан, ҳарорати гармкунанда аз ҳарорати хунуккунанда чанд маротиба бояд калон бошад?

- A) 4; B) 3; C) 5; D) 2.

6. Машинаи ҳароратии коэффитсиенти кори ғоиданокаш 40 % дар як сикл 34 кҶ кор иҷро мекунад. Машина дар як сикл ба хунуккунанда чӣ қадар миқдори гармӣ медиҳад, аниқ кунед (кҶ).

- A) 28; B) 42; C) 51; D) 63.

7. ККФ-и машинаи ҳароратӣ 25 %, миқдори гармии аз гармкунанда гирифта 400 Ҷ бошад, кори ғоиданоки он чӣ қадар мешавад? (Ҷ)?

- A) 200; B) 100; C) 300; D) 400.

8. Агар аз се ду қисми миқдори гармии аз гармкунанда гирифтаи муҳарриқи ҳароратӣ ба хунуккунанда нақл шуда бошад, ККФ-и муҳарриқро ёбед (%).

- А) 33; В) 54; С) 67; Д) 60.

9. Ҳарорати мутлақи хунуккунанда ба чоряки ҳарорати мутлақи гармкунанда баробар аст. ККФ-и машинаи ҳароратии идеалиро ҳисоб карда ёбед (%).

- А) 25; В) 30; С) 75; Д) 54.

10. Дар машинаи ҳароратии идеалӣ ҳарорат мутлақи хунуккунанда аз ҳарорати мутлақи хунуккунанда ду мартиба калон бошад, коэффитсиенти кори фойданоки ин гуна машина чӣ қадар аст?

- А) 30 %; В) 40 %; С) 50 %; Д) 67 %.

11. Агар ҳарорати гармкунандаи машинаи ҳароратӣ 500 К, ҳарорати гармкунанда 250 К буда, вай дар як сикл аз гармкунанда 6000 Ҷ гармӣ гирад, дар як сикл кори иҷрокардаи онро ёбед (Ҷ).

- А) 1200; В) 1500; С) 300; Д) 3000.

12. Машинаи ҳароратии идеалии ККФ-аш 40 % буда аз гармкунанда 10 к Ҷ гармӣ мегирад. Миқдори гармии ба хунуккунанда додаи он ба чӣ баробар аст (к Ҷ)?

- А) 7; В) 6; С) 3; Д) 3,5.

13. Агар коэффитсиенти кори фойданоки муҳарриқи дизели иқтидораш 42 кВт буда 20 % бошад, вай дар се соат чӣ қадар сӯзишворӣ сарф мекунад (кг)? Гармии хоси сӯзиши сӯзишвории дизелӣ 42 МҶ/кг аст.

- А) 20; В) 21; С) 28; Д) 54.

14. Барои дар дег гарм кардани оби ҳаҷмаш 3600 л ба оташдон 42 кг анигшт андохта шудааст. Агар ҳарорати ибтидоии об 10 °С ва қобилияти гарминақлкунии оташдон 30 % бошад, об то чанд градус гарм мешавад? $c = 4200 \text{ Ҷ/ (кг}\cdot\text{К)}$, гармии хоси сӯзиши ангишт 30 МҶ/кг.

- А) 35 °С; В) 50 °С; С) 60 °С; Д) 70 °С.

15. Гармии хоси сӯзиши чӯби хушк 10^7 Ҷ/кг , аз они гази табиӣ бошад, $4\cdot 10^7 \text{ Ҷ/кг}$. Барои гирифтани миқдори гармии баробар массаҳои чӯб (m_1) ва газ (m_2) –ро муқоиса карда ҷавоби дурустро интихоб кунед.

- А) $m_2 = 2 m_1$; В) $m_1 = m_2$; С) $m_1 = 4 m_2$; Д) $m_2 = 2 m_1$.

ХУЛОСАҲОИ МУҲИМ АЗ РӯИ БОБИ Ш

Муҳаррики дарунсӯз	Таҷҳизоте, ки энергияи гармиро ба энергияи механикӣ табдил медиҳад, муҳаррики ҳароратӣ номида мешавад.
Намудҳои муҳаррикҳои ҳароратӣ	Муҳаррикҳои дарунсӯз, муҳаррики дизелӣ ва муҳаррики реактивӣ.
Принсипи кори муҳаррикҳои ҳароратӣ	1. Дар ҳар гуна муҳаррикҳои ҳароратӣ энергияи дохилии сӯзишворӣ ба энергияи механикӣ табдил меёбад. 2. Барои кор кардани муҳаррикҳои ҳароратӣ гармкунанда ва хунуккунандаи ҳароратҳояшон гуногун буданаш шарт. 3. Кори муҳаррикҳои ҳароратӣ дилхоҳ аз тағйирёбии ҳолати қисми қорӣ (масалан, газ) бо тарзи сиклҳои такрорӣ иборат мешавад.
Дар муҳаррикҳои ҳароратӣ табдилёбии энергия аз як намуд ба намуди дигар	Дар ҳар гуна муҳаррикҳои ҳароратӣ энергияи дохилии сӯзишворӣ ба энергияи механикӣ табдил меёбад.
Сикли Карно	Барои машинаҳои идеалӣ сикли Карно аз ду изотерма ва аз ду адиабата иборат аст.
Кори ғоиданоки дар машинаҳои ҳароратӣ иҷрошуда	Кори ғоиданоки муҳаррики ҳароратӣ аз рӯи сикли Карно кор карда истода бо ғоидои $A_{\phi} = Q_1 - Q_2$ аниқ карда мешавад. Дар ин ҷо Q_1 миқдори гармии аз гармкунанда гирифташуда, Q_2 – миқдори гармии ба хунуккунанда додашуда.
Коэффитсиенти кори ғоиданок (ККФ) машинаҳои ҳароратӣ	Коэффитсиенти кори ғоиданок (ККФ)-и муҳаррикҳои ҳароратӣ гуфта нисбати кори иҷрокардаи муҳаррик A_{ϕ} бар миқдори гармии гармкунандаи Q_1 гирифта яъне: $\eta = \frac{A_{\phi}}{Q_1} \cdot 100\% = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%.$
Коэффитсиенти кори ғоиданок (ККФ) - и машинаҳои ҳароратӣ идеалӣ	$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%.$

БОБИ IV ХОСИЯТҲОИ ЧИСМҲОИ САХТ ВА МОЕЪ.

§ 31. ХОСИЯТҲОИ МОЕЪҲО

Чоришавандагии моеъҳо

Бо сабаби молекулаҳои газ аз якдигар нисбатан ба андозаҳои худ дар масофаҳои басо калон ҷойгир шуданашон, қувваҳои ҷозибаи мутақобили байни онҳоро дар дараҷаи ба ҳисобнигарӣ басо хурд мешавад. Хурд будани қувваҳои ҷозибаи мутақобили молекулаҳои газ барои аз якдигар дурравии молекулаҳои газ, яъне ба васеъшавии газ гирифта меояд. Боиси ин сатҳи озоди газ намешавад. Аз газҳо бо тарзи фарқнок дар моеъҳо молекулаҳо қариб, ки ба якдигар расида меистанд. Аз ин рӯ, дар онҳо қувваҳои таъсири мутақобил нисбат ба қувваи таъсири мутақобили молекулаҳои газ калон мешавад. Қувваи ҷозибаи мутақобили молекулаҳои моеъ молекулаҳоро аз якдигар ба дурравӣ роҳ намедиҳад. Ҳамин тавр, аз газҳо фарқнок моеъҳо ҳаҷми худро нигоҳ медоранд.

Ба моеъи дар зарф истода қувваҳои вазнинии ба поён самтдор таъсир мекунад. Инчунин, аз тағи зарф ва тарафҳои паҳлӯӣ бо деворҳо баста будан вай дар ҳолати мувозинатӣ мешавад. Агар зарф ба як тараф моил карда шавад, моеъ бо таъсири қувваи вазнинӣ ба тарафи моили зарф майл мекунад (расми 39, а). Моеъи ба зарф рехташуда шакли ҳамин зарфро мегирад ва вай дорои сатҳи уфуқӣ мешавад (расми 39, б).



Расми 39 .



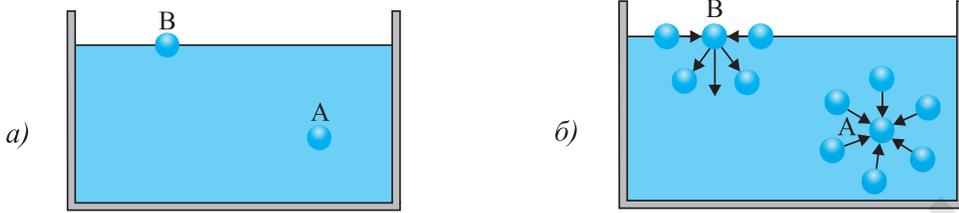
Боиси хосияти ҷоришавӣ доштани моеъҳо онҳо шакли худро нигоҳ дошта наметавонанд. Лекин онҳо ҳаҷми худро нигоҳ медоранд.

Ходисаи кашиши сатҳӣ

Ба ягон зарф моеъ мерезем, масалан ба пиёла об. Ба сатҳи моеъ назар андозем ҳамвор будани сатҳи моеъро мебинем. Худ аз худ дар мо саволи аз ҷӣ сабаб сатҳи моеъ ҳамвор, пайдо мешавад.

Дар асоси назарияи молекулаӣ – кинетикии сохти моддаҳо байни молекулаҳои модда қувваҳои таъсири мутақобил мавҷуд аст. Ба молекулаи дохили моеъи нуқтаи А ва сатҳи моеъ нуқтаи В таъсири молекулаҳои дигарро дида мебароем (расми 40, а).

Ба молекулаи нуқтаи А-и дохили моеъ қувваҳои аз тарафҳои муқобил таъсиркунанда якдигарро мувозинат мекунад (расми 40,а). Дар натиҷа баробартаъсиркунандаи ҳамаи қувваҳо ҳеҷ (нол) мешавад.



Расми 40.

Ба молекулаи дар нуқтаи В буда аз поён ва аз тарафҳои паҳлӯӣ қувваҳо таъсир мекунад. Аз сабаби тарафи болоии моеъ бо ҳаво ҳамсарҳад буданаш ба молекулаи сатҳи болоии моеъ қувваҳои аз тарафи болоӣ таъсир карда истодаро ба ҳисоб нагирифтани мумкин. Дар натиҷа молекулаи сатҳи моеъ ба дохили он ҷазб мешавад (расми 40. б). Ин ҳол ба кашиши сатҳии моеъ гирифта меорад.

Ба сатҳи об бо эҳтиётӣ сӯзани металлиро гузорем, сӯзан дар болои об мемонад. Гувоҳи пардаи сатҳи моеъ каме ҳам шуда, сӯзанро ғарқ накарда бардошта истоданаш мешавад (расми 41). Ба ин сабаб дар сатҳи об кашиши сатҳӣ мавҷуд аст.



Расми 41.

Қувваи кашиши сатҳӣ

Дар ҳаёти ҳаррӯза дар ҷумраки хуб маҳкамнашудаи об пайдошавии қатраҳои обро дидаед. Қатраи дар даҳони ҷумрак ҳосилшударо чун даруни халтаи чандирӣ пиндоштан мумкин. Қатра калон шавад, барои бардошта истодани он пойдории халтача кифоягӣ намекунад ва қатра қанда мешавад (расми 42). Дар ҳақиқат бошад халтача нест. Ба молекулаи қабати сатҳи қатраи ҳосилшуда қувваҳои ба маркази қатра равшуда таъсир мекунад. Дар натиҷаи ин қувваҳо дар қабати сатҳи қатра кашиши сатҳии ниғохдорандаи он ба вуҷуд меояд.



Расми 42.

Қувваи тарангии сатҳи ба ҳамин хати ҳудудии қабати сатҳ таъсиркунанда ба дарозии ҳамин хат вобаста аст, яъне:

$$F = \sigma l. \quad (1)$$

σ – дар ин ифода бузургии тавсифкунандаи ҳосиятҳои сатҳи моеъ ба табиати моеъ вобаста буда, вай коэффитсиенти кашиши сатҳӣ номида мешавад.

Аз ифодаи (1) $\sigma = \frac{F}{l}. \quad (2)$

буданаш намоён аст. Назар ба ифодаи (2) маънои физикии зерини коэффитсиенти кашиши сатҳӣ бармеояд. Бузургии физикии ба воҳиди дарозии хати сатҳи моеъро маҳдудкунанда таъсирбахши аз ҷиҳати ададӣ ба қувваи кашиши сатҳ баробарбуда коэффитсиенти кашиши сатҳӣ номида мешавад.

Қувваҳои кашиши сатҳи то қадри имкон сатҳи моеъро хурдтар мекунад.

Қатраҳои борони озод афтидаистода дар шакли (расми 43) кура мешавад. Дар ҳолати бевазни дар киштии кайҳонӣ ҳам ҳатто оби массааш калон шакли кураро мегирад.



Расми 43.

Муайян кардани коэффитсиенти кашиши сатҳӣ

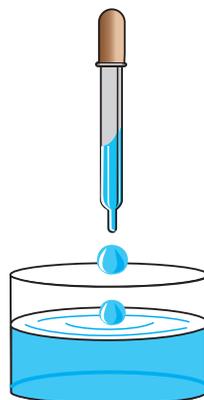
Якчанд усулҳои аниқ кардани коэффитсенти кашиши сатҳи моеъ мавҷуданд. Усули соддатарини аниқ кардани коэффитсиенти кашиши сатҳи усули қандашавии чакра (қатра) аст (расми 44). Дар натиҷаи ҷоришавии моеъ дар найчаи борик (чакрарез) дар нӯги он қатра ҳосил мешавад. Мавриди хурд будани қатра вай аз нӯги найча ҷудо намешавад (расми 44), онро қувваи кашиши сатҳи нигоҳ медорад. Қатра калон шуда вази он ($m_0 g$), бо қувваи кашиши сатҳи (σl) аз ҷиҳати ададӣ баробар шавад, вай қанда мешавад, яъне

$$m_0 g = \sigma l. \quad (3)$$

Дар ин ҷо m_0 – массаи як дона қатра. Аз ифодаи (3) коэффитсиенти кашиши сатҳӣ чунин ҳисоб карда мешавад:

$$\sigma = \frac{m_0 g}{l}. \quad (4)$$

Дар ҳақиқати зерин қимати ададии коэффитсиенти кашиши сатҳи баъзе моеъҳо оварда шудаанд (дар ҳарорати 20°C).



Расми 44.

№	Моеъҳо	σ , Н/м	№	Моеъҳо	σ , Н/м
1	Симоб	0,47	4	Равғани рустанӣ	0,033
2	Об	0,073	5	Карасин	0,024
3	Маҳлули собун	0,04	6	Спирти этил	0,022

Энергияи сатҳӣ

Аз ҳисоби қувваи кашиши сатҳии дар сатҳи моеъ ба вучуд омада молекулаҳои қабати сатҳӣ нисбат ба молекулаҳои дохили моеъ ба энергияи потенциалии зиёдати соҳибанд.



Энергияи потенциалии зиёдати тамоми молекулаҳои сатҳии моеъ энергияи сатҳӣ номида мешавад.

Микдори энергияи сатҳӣ ба бузургии сатҳ (S) мутаносиби роста аст, яъне

$$W = \sigma S. \quad (5)$$

Назар ба ифодаи (5) коэффитсиенти кашиши сатҳӣ баробарии зерин аст:

$$\sigma = \frac{W}{S}. \quad (6)$$

Аз баробарии (6) маънои физикии зерини коэффитсиенти кашиши сатҳӣ бармеояд. Коэффитсиенти кашиши сатҳӣ бузургии физикиест, ки ба воҳиди масоҳати сатҳи моеъ аз ҷиҳати адади энергияи сатҳии рост омадаро ифода мекунад. Назар ба ифодаи (6) воҳиди σ дар системаи воҳидҳои байналхалқӣ бо ($\text{Дж}/\text{м}^2$) ифода меёбад.



1. Қувваи кашиши сатҳи чӣ гуна ба вучуд меояд?
2. Энергияи сатҳӣ чӣ гуна ба вучуд меояд?
3. Барои чӣ аз нӯги чакрарез қатра қанда мешавад?
4. Дар киштии кайҳонӣ оё чой рехта нӯшидан мумкин аст?
5. Аз чӣ сабаб шакли қатраҳои майдаи қирав асосан курашакл аст?
6. Дар ҳолати бевазнӣ қатраи моеъ дар кадом шакл мешавад?

Аз пластилин курачаи диаметраш 3 мм созад. Ба курача аз ҷӯбак дастқап гузоред. Онро бо эҳтиёт болои об гузоред, гувоҳи ба об ғарқ нашуда, дар рӯи об истодани он мешавад.



Дар асоси тафсилотҳои худ хулосаатонро нависед.

§ 32. ТАРКУНӢ. ХОДИСАҲОӢ КАПИЛЛЯРӢ

Таршавӣ ва тарнашавӣ

Ручка ё қалами дар дастамон бударо ба об ғўтонида, пас аз об берун кунем, дар ҳолати “тар” буданаширо мебинем. Дар мо суоли аз чӣ сабаб ҷисм тар шуд, пайдо мешавад.

Маълум аст, ки ҷисм ва моеъ аз молекулаҳо ташкил ёфтаанд. Таркунӣ ё ки тарнакунӣ ба таъсири мутақобили молекулаҳои моеъ ва ҷисми сахт вобаста аст.



Агар қувваи чозибай байни молекулаҳои моеъ ва ҷисми сахт аз қувваи чозибай мутақобили молекулаҳои моеъ калон бошад, моеъ сатҳи ҷисми сахтро тар мекунад.

Аз ин рӯ, қалам зарраҳои моеъро аз якдигар ҷудо намуда ба худ ҷазб мекунад. Сабаби таршавии қалами ба моеъ ғўтонидашуда молекулаҳои моеъро аз якдигар ҷудо намуда ба худ ҷазбкунии қалам аст.



Агар қувваи чозибай байни молекулаҳои моеъ ва ҷисми сахт аз қувваи чозибай мутақобили молекулаҳои моеъ хурд бошад, моеъ сатҳи ҷисми сахтро тар намекунад. Шиша зарраҳои симобро аз якдигар ҷудо карда наметавонад.

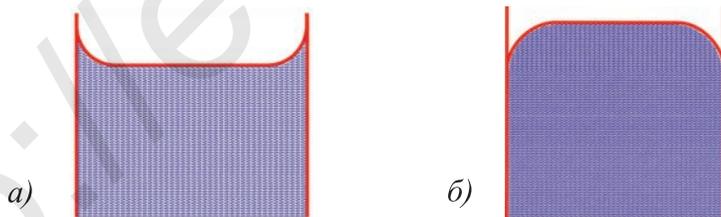
Аз ин рӯ, симоб ба зарфи шишагин рехта шавад вай деворҳои зарфро тар намекунад. Бинобар ин ягон, ҷисми сахтро ягон моеъ тар кунад, моеъи дигар онро тар накардана мумкин.

Качии сатҳи моеъ



Ҳодисаи ба қачшавии сатҳи моеъ дар сатҳи ҷисми сахт сабабгор буда ба ҳодисаи таршавӣ ва тарнашавӣ вобаста аст.

Моеъ ҷисми сахтро тар кардан ё тар накарданаширо аз шакли моеъи дар сарҳади ҷисми сахт ва моеъ буда доништан мумкин. Агар моеъ зарфро тар кунад сатҳи он фуруҳамида (расми 45, а) ва баръакс тар накунад сатҳи моеъ дар шакли барҷаста мешавад (расми 45, б).



Расми 45.

Ҳодисаҳои таршавӣ ва тарнашавӣ дар ҳаёт ва техника молики аҳамияти калон аст. Маҳлули собун баданамонро хуб тар мекунад. Аз ин боис, бо собун шустушӯӣ мекунем. Ғоз ва ўрдакҳо аз об бароянд парҳояшон хушк аст. Боиси рағанин будани парҳояшон об ҳаргиз онҳоро тар намекунад.

Ҳодисаи таршавӣ дорои аҳамияти амалӣ аст. Ҳодисаи таршавӣ дар рангкунӣ, пайвандкунӣ, рағанолуд кардани деталҳо, дар ширеҷ кардани ҷисмҳо бо якдигар ва ҷараёнҳои монанди ин, ҷои он басо беназир аст.

Ҳодисаҳои капиллярӣ

Лӯлаҳои диаметрашон басо хурд капиллярҳо номида мешавад. Моеъи таркунанда дар капилляр боло бардошта мешавад, сатҳи моеъи тарнакунанда бошад поён мефурояд. Ба қабати сарҳади сатҳи моеъи капилляри моеъи таркунанда рехташуда (расми 46, а), қувваи кашиши сатҳии ба боло самтдор таъсир мекунад, яъне:

$$F = \sigma l = \sigma \cdot 2 \pi r. \quad (1)$$

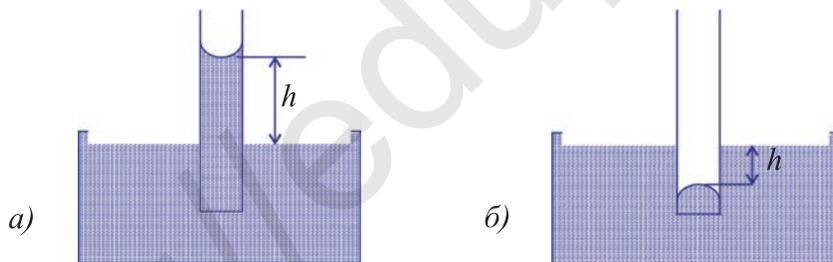
Ин қувва дар лӯла бо вазнини сутуни моеъи боло бардошташуда ($m \cdot g$) баробар шавад, болоравии моеъ дар капилляр қатъ меёбад, яъне

$$\sigma \cdot 2 \pi r = m g. \quad (2)$$

Вазнини моеъи дар капилляр болорафта $m g = \rho_m V g = \rho_m \pi r^2 h g$ буданаш назар ба ифодаи (2) баландии сутуни моеъи дар капилляр болорафта чунин ҳисоб карда мешавад:

$$h = \frac{2\sigma}{\rho_m r g}. \quad (3)$$

Ин формула дар моеъҳои таркунанда баландии моеъи дар капилляр болорафта, дар моеъҳои тарнакунанда чуқурии пастшавии моеъро ифода мекунад. Аз ин рӯ, дар капилляр болоравӣ ё пастшавии баландии моеъ ба коэффитсиенти кашиши сатҳӣ мутаносиби рост, ба зичии моеъ ва радиуси капилляр мутаносиби чаппа будааст.



Расми 46.

Ҳодисаҳои капиллярӣ дар табиат ва техника молики аҳамияти калон аст. Ба воситаи капилляр маҳлули ғизодиханда дар танаи растаниҳо боло бардошта мешавад. Капиллярҳои танаи растанӣ дар деворҳои хучайраи рустанӣ ҳосил мешавад. Инчунин, дар капиллярҳои дар хок пайдошуда об аз қабати поёнии хок ба қабати болоии он мебарояд. Дар натиҷа оби дохили хок тез бухор шуда, хок хушк мегардад. Барои ниғаҳ доштани намнокии хок сатҳи болоии онро нарма намуда, капиллярҳояшро вайрон мекунад. Обҳои бо капиллярҳои пойдевори бино боло бардошташуда онро мекоҳонад. Барои камтар кардани ин ҷараён болои фундаменти пойдевори биноро бо материалҳои обногузар (масалан, муми сиёҳ) пӯшида мешавад.



1. Аз чӣ сабаб моеъ чисми сахтро тар мекунад?
2. Аз чӣ сабаб моеъ чисми сахтро тар намекунад?
3. Аз чӣ сабаб ғоз ва ўрдакҳо аз об хушк мебарояд?
4. Кадом аҳамиятҳои ҳодисаҳои таршавиро дар ҳаёти ҳаррӯза медонед?
5. Чӣ гуна ҳодиса, ҳодисаи таршавӣ номида мешавад?
6. Сабаби дар капилляр баландшавии об, пастшавии симоб фаҳмонида диҳед.
7. Дар лӯлаи капиллярӣ баландшавии моеъ ба чӣ вобаста аст?
8. Аз чӣ сабаб либоси таршударо пӯшидан мушкул мешавад.
9. Барои чӣ ба либос доғи равшан афтад, онро бо маҳлули собун мешӯем?



1. Мушоҳидаи баландшавии об ё, ки равшан дар найчаҳои капиллярии диаметрашон гуногун. Дар асоси мушоҳида хулосаатонро нависед.

§ 33. ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Масъалаи 1. Дар найчаи капиллярии радиусаш 0,5 мм карасин ба кадом баландӣ бардошта мешавад. Коэффитсиенти кашиши сатҳи карасин 24 мН/м, зичии он баробари 800 кг/м³ гуфта гиред.

Дода шудааст:

$$r = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

$$\sigma = 24 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м},$$

$$\rho = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2.$$

Ёфтани лозим:

$$h = ?$$

Формулаи он:

$$h = \frac{2\sigma}{\rho_s r g};$$

$$[h] = \frac{\frac{\text{Н}}{\text{м}}}{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{\text{Н}}{\frac{\text{кг}}{\text{с}^2}} = \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\frac{\text{кг}}{\text{с}^2}} = \text{м}.$$

Ҳисобкунӣ:

$$h = \frac{2 \cdot 24 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{800 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 9,81} =$$

$$= 12,2 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 12,2 \text{ мм}.$$

Ҷавоб: $h = 12,2 \text{ мм}.$

Масъалаи 2. Сӯзани дарозиаш 6 см дар рӯи об истодааст. Ба он чӣ қадар қувваи кашиши сатҳӣ таъсир мекунад?

Дода шудааст:

$$l = 6 \text{ см} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$\sigma = 73 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}.$$

Ёфтани лозим:

$$F = ?$$

Формулаи он:

$$F = 2\sigma l$$

$$[F] = [\sigma \cdot l] = \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot \text{м} = \text{Н}.$$

Ҳисобкунӣ:

$$F = 2 \cdot 73 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^{-2} \text{ Н} =$$

$$= 8,76 \cdot 10^{-3} \text{ Н}.$$

Ҷавоб: $F = 8,76 \cdot 10^{-3} \text{ Н}.$

3. Дар дохили чакрарези диаметри сӯроҳиаш 3 мм 73 см^3 об мавҷуд аст. Коэффитсиенти кашиши сатҳии он 73 мН/м . Аз чакрарез ҳамагӣ чанд чакра мечакад?

Дода шудааст:

$$d = 3 \text{ мм} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$V = 73 \text{ см}^3 = 73 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\sigma = 73 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2$$

Ёфтан лозим:

$$N = ?$$

Формулаи он:

$$m_0 = \frac{\sigma \cdot l}{g} = \frac{\sigma \cdot \pi \cdot d}{g}$$

$$m = \rho V;$$

$$N = \frac{m}{m_0} = \frac{\rho \cdot V \cdot g}{\sigma \cdot \pi \cdot d}$$

$$[N] = \left[\frac{m}{m_0} \right] = \frac{\text{кг}}{\text{кг}} = 1.$$

Ҳисобкунӣ:

$$N = \frac{10^3 \cdot 73 \cdot 10^{-6} \cdot 9,81}{73 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 1040 \text{ та.}$$

то.

Ҷавоб: $N = 1040$ то.

4. Радиуси пуфакчаи собун аз 2 см то 3 см калон шуд. Энергияи сатҳии он чӣ қадар афзудааст? Коэффитсиенти кашиши сатҳии собун ба $0,04 \text{ Н/м}$ баробар аст.

Дода шудааст:

$$R_1 = 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$R_2 = 3 \text{ см} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$\sigma = 4 \cdot 10^{-2} \text{ Н/м.}$$

Ёфтан лозим:

$$\Delta W = ?$$

Формулаи он:

$$W = 2 \sigma S;$$

$$S = 4\pi R^2;$$

$$\Delta W = 2\sigma S_2 - 2\sigma S_1 =$$

$$= 2\sigma \cdot 4\pi(R_2^2 - R_1^2)$$

$$[\Delta W] = \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot \text{м}^2 = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Ҷ.}$$

Ҳисобкунӣ:

$$W = 2 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot$$

$$\cdot (9 \cdot 10^{-4} - 4 \cdot 10^{-4}) = 5 \cdot 10^{-4} \text{ Ҷ}$$

Ҷавоб: ба $\Delta W = 5 \cdot 10^{-4} \text{ Ҷ}$ меафзояд.



1. Об дар капилляр 14 мм баланд шуда бошад, диаметри он чӣ қадар будааст?
2. Дар капилляр спирт 22 мм баланд шуд. Радиуси капилляр чӣ қадар будааст? Зичии спирт 800 кг/м^3 .
3. Дар капилляри радиусаш 0,6 мм карасин ба чӣ қадар баландӣ бардошта мешавад? Зичии карасин 800 кг/м^3 .
4. Массайи чакраи оби аз чакрарези диаметри сӯрохиаш 2 мм чакидаро аниқ кунед.
5. Дар ҳолати массайи як қатраи моеъи аз чакрарези диаметри дохилиаш 2 мм чакида 15 мг буданаширо дониста, коэффитсиенти кашиши сатҳии ҳамин моеъро аниқ кунед.
6. Моеъи зичиаш $0,9 \text{ г/см}^3$ дар капилляри диаметраш 1,5 мм ба баландии 10 мм бардошта шуда бошад, коэффитсиенти кашиши сатҳии ҳамин моеъро аниқ намоед.
7. Дар дохили чакрарези диаметри сӯрохиаш 3 мм, оби ҳаҷмаш 20 см^3 мавҷуд аст. Коэффитсиенти кашиши сатҳи сатҳии он 73 мН/м. Аз чакрарез ҳамагӣ чанд чакра мечакад?
8. Об дар капилляри сатҳи Замин буда, ба 15 мм бардошта шуд. Агар дар Моҳ афтиши озод нисбат ба замин 6 маротиба хурд бошад, дар Моҳ дар ҳамин капилляр об чӣ қадар баланд мешавад.
9. Масоҳати сатҳи хубобчаи собун ба 12 см^2 афзояд, энергияи сатҳи чӣ қадар тағйир меёбад?
10. Радиуси пуфакчаи собун аз 2 см то 3 см калон шавад, энергияи сатҳӣ чӣ хел меафзаяд?
11. Аз чӣ сабаб дасти равғанолудро бо об шустан мушқил, лекин бо карасин осон аст?
12. Чакраи оби аз чумраки самовор чакидаистода дар ҳолати сард будани об вазнин аст ё ки дар ҳолати гарм будан?
13. Аз чӣ сабаб дар гармкунанда ҳамир нарм намешавад, балки сахт мешавад?
14. Оё молекулаҳои оби сард аз молекулаҳои оби гарм ва оби ҷӯш тафовут дорад? Аз молекулаҳои ях чӣ?

§ 34. КОРИ ЛАБОРАТОРӢ

МУАЙЯН КАРДАНИ КОЭФФИТСИЕНТИ КАШИШИ САТӢИ

Мақсади кор: омӯхтани муайянкунии коэффитсиенти кашиши сатҳӣ.

Чиҳозҳои лозимӣ: динамометри ҳассос, штатив, симҳои шаклашон секунҷа, квадрат ва давра, зарфи обдор, хаткашак, штангенциркул .

Тартиби иҷрои кор

1. Динамометрро аз ҳалқаи болоиаш ба штатив маҳкам кунед.

2. Бо ёрии хаткашак периметри сими дар шакли секунҷа буда l -ро ёбед.

3. Ба ҳалқаи поёнии динамометр сими шакли секунҷаро овозед ва қувваи вазнинии F_1 -ро чен кунед.

4. Зарфи обдорро бардошта ба сими овозони динамометр расонед.

5. Зарфро оҳиста поён ҳаракат кунонида, мавриди кандашавии сим аз об нишондоди динамометр F_2 -ро навишта гиред.

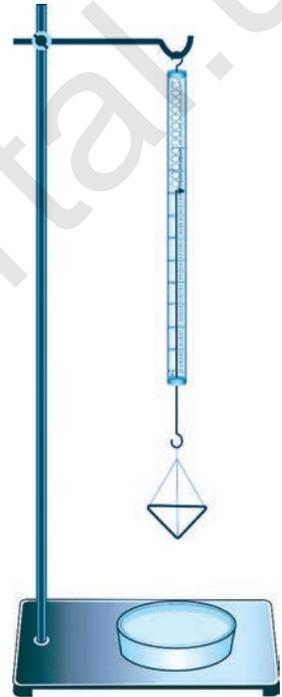
6. Аз рӯи формулаи $F = F_2 - F_1$ қувваи кашиши сатҳиро ёбед.

7. Бо ёрии формулаи $\sigma = \frac{F}{2l}$ коэффитсиенти кашиши сатҳиро ёбед.

8. Таҷрибаро бо симҳои шакли чоркунҷа ва давра ҳам иҷро намоед, σ_2 ва σ_3 ҳисоб кунед. Бо ёрии формулаи коэффитсиенти кашиши сатҳи $\sigma_m = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$ -ро ёбед.

9. Натиҷаҳои ченкунӣ ва ҳисобкунӣҳои дар давоми таҷриба ҳосилшударо ба ҷадвали зерин нависед.

№	F, Н	l, м	σ, Н/м	σ _м , Н/м
1				
2				
3				



Расми 47.



1. Чӣ будани қувваи кашиши сатҳиро фаҳмонида диҳед.
2. Аз чӣ сабаб барои аз об ҷудо кардани сим қувва лозим аст?
3. Натиҷаҳои таҷрибаро таҳлил намуда, хулосагонро навишта оед.

§ 35. ЧИСМҲОИ КРИСТАЛЛӢ ВА АМОРФӢ

Чисмҳои кристаллӣ

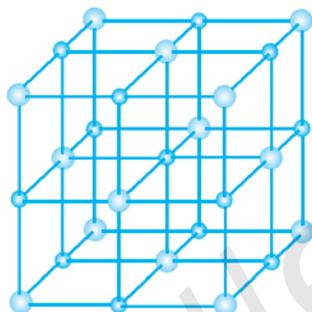
Атом (молекула)-ҳои ҳисми саҳт бо равиши фарқнок аз моеъ бо ҳамдигар пурзӯр баста шудаанд. Онҳо дар ҳолати мувозинатӣ дар ҷои истодаашон беист лапида меистанд. Қувваи вазнинӣ қувваи кашиши байни атомҳоро бартараф карда наметавонад. Чисмҳои саҳт ҳаҷми худро нигоҳ дошта метавонад ва ба шакли худ соҳиб мешавад.

Назар ба соҳташон ҳисмҳои саҳт ба ҳисмҳои кристаллӣ ва аморфӣ ҷудо мешавад.



Чисмҳои саҳте, ки атом ё ки молекулаҳоашон дар фазо вазъиятҳои бо тартиби муайянро гирифтаанд, ҳисмҳои кристаллӣ номида мешавад.

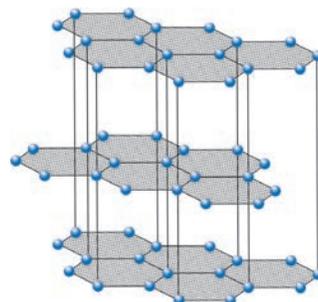
Калимаи “кристалл” аз юнонӣ гирифта шуда, маънои “ях”-ро дорад. Ҷойҳои атом (молекула) ҳои ҳисмҳои кристаллӣ истода пайваस्त карда шаванд, панҷараи кристаллӣ ҳосил мешавад. Дар расмиҳои 48 ва 49 панҷараҳои кристаллии намаки ош ва алмос тасвир ёфтаанд.



Расми 48.



Расми 49.



Расми 50.

Вобастагии ҳосиятҳои физикии ҳисм ба самтҳои дохилии он, анизотропия номида мешавад. Ҳисмҳои кристаллӣ соҳиби ҳосияти анизотропианд.



Аз юнонии “anizios”- “як ҳел набуда”, “tropos” – “самт” гирифта шудааст. Ҳосиятҳои физикии кристаллҳо ба самтҳои дар он интиҳобкарда вобаста аст.

Масалан кристалли графитро дар як самт бо осонӣ ба қабатҳо ҷудо кардан мумкин. Инро шумо дидаед, ки мавриди бо қалам навиштан қабатҳои графит ҷудо шуда, дар қоғаз қабати тунуки графит мемонад.

Чунки панҷараи кристаллии графит сохти қабат – қабат дорад ва аз вобастагии байни онҳо заифтар будан аз якдигар тез чудо мешавад (расми 50). Лекин кристали графитро дар самти амудӣ чудо намудан басо мушкил аст. Порчаи металл аз кристаллҷаҳои майдаи басо бисёре ташкил ёфтааст. Дар металлрезӣ ин гуна кристаллҷаҳо нисбат ба якдигар бетартиб ҷойгир шуда менамояд. Аз ин рӯ, хосиятҳои физикии ин гуна металлҳо дар ҳамаи самтҳо як хел аст.



Қисми аз кристаллҷаҳои бисёри нисбат ба якдигар дар ҳолати бетартиб ташкилёфта, қисми поликристаллӣ номида мешавад.

Аз латинии «*poli*» — «*бисёр гирифта*» шудааст. Масалан, порчаи шахшудаи намак ва хурӯшақанд поликристаллҳоянд. Онҳо аз кристаллҷаҳои майда ташкил ёфтаанд. Асосан маҳсулотҳои поликристаллӣ дар саноат, сохтмон, энергетика, алоқа ва соҳаҳои дигар истифода бурда мешаванд.



Агар қисм аз кристалли яклухт иборат бошад, ин гуна қисмро монокристалл меноманд.

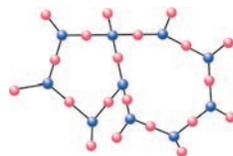
Аз латинии «*Poli*» — «*як*» гирифта шудааст. Масалан, намаки майдаи ош, заррачаҳои шакар монокристаллҳоянд. Дар баъзе мақсадҳо, масалан дар соҳаҳои электроника монокристаллҳо васеъ истифода мешаванд. Барои ин бо ёрии усулҳои махсус монокристалл сабзонда мешавад. Наботи ба воситаи сабзондани шакари ба моеъ табдилёфта тайёрнамуда ҳам монокристалл аст.



Монокристаллҳо соҳиби хосияти анизотропианд.

Қисмҳои аморфӣ

Атом (молекула)-ҳо дар қисмҳои аморфӣ бо равиши тафовут аз қисмҳои кристаллӣ бо тартиби қатъӣ ҷойгир нашудаанд (расми 51). Шиша, смола, пластмассаҳо ба қисмҳои аморфӣ мисол овардан мумкин.



Расми 51.



Хосиятҳои физикии қисмҳои аморфӣ дар ҳамаи самтҳо як хел аст. Новобастагии хосиятҳои физикии қисм ба самтҳои дохилии он, *изотропия* номида мешавад. Қисмҳои аморфӣ соҳиби хосияти изотропианд.

Аз юнонии «*izos*» - «*як хел*» гирифта шудааст.

Қисмҳои аморфӣ таҳти таъсири беруна, ҳам чун қисмҳои саҳт шикасташаванда, ҳам чун моеъҳо ҷоришавандаанд.

Чисми аморфиро бо зарб зада шавад, вай пора-пора мешавад. Агар қувва давомнок бошад, чисми аморфӣ то дараҷаи маълум мешорад. Масалан, порчаи катрон дар сатҳи чисми саҳт оҳиста-оҳиста шорида паҳн шуда меравад. Шиша ҳам то дараҷаи маълум мешорад. Масалан, ҳангоми чен кардани ғафсии ойнаи тирезаи муддати дароз дар ҳолати амудӣ истода, қисми поёнӣ аз қисми болоӣ ғафстар буданаш аниқ шудааст.

Чисмҳои кристаллӣ ба ҳарорати амиқи гудозиш соҳибанд. Лекин чисмҳои аморфӣ соҳиби ҳарорати аниқи гудозиш нестанд. Ҳангоми тафсонидан даставвал нарм гашта, сониян бо оҳистагӣ ба моеъ мубаддал шуда мераванд.

Берунӣ-олими минералшинос

Аз замонҳои қадим дониستاني ҳосиятҳои чисмҳои саҳт, хусусан сангҳои қимматбаҳо, металлҳои гуногун одамонро ба худ ҷалб кардааст. Бобокалонамон *Абурайҳон Берунӣ*, ки дар асрҳои X-XI зиндагӣ ва эҷод кардааст, дар омӯзиши ҳосиятҳои сангҳои қимматбаҳо, металлҳо саҳм гузоштааст қорҳои бузург кардааст.

Берунӣ ранги сангҳои қимматбаҳо, ҷилодиҳии онҳоро тасвир намуда, хусусиятҳои саҳтӣ, электрӣ ва магнитии онҳоро мушоҳида кардааст. Мавриди таърифи минералҳо аз асбобҳои ихтироӣ худ истифода бурда, вазни ҳоси зиёда аз 50 моддаҳоро муайян намуд, ҳосиятҳои онҳоро омӯхт. Берунӣ қорҳои тадқиқотии худро дар ин соҳа дар асари худ «Минералогия» навишта гузоштааст. Қорҳои соҳаи минералогияи Беруниро шоғирди он *Абдурахмон Ҳозин* давом додааст.



1. Чӣ гуна чисмҳоро, чисмҳои кристаллӣ меноманд? Мисолҳо оваред.
2. Аз чӣ сабаб ҳамаи чисмҳои кристаллӣ анизотропианд?
3. Чӣ гуна кристаллҳоро монокристаллҳо меноманд? Поликристалл чист?
4. Аз чӣ сабаб ҳамаи чисмҳои аморфӣ изотропианд?
5. Чисмҳои аморфӣ дорой чӣ гуна ҳосиятҳоанд?
6. Саҳми Берунӣ дар соҳаи минералогия аз чӣ иборат?

§ 36. ҲОСИЯТҲОИ МЕХАНИКИИ ЧИСМҲОИ САҲТ

Деформатсия

Чисмҳои саҳт бо равиши фарқнок аз газ ва моеъҳо соҳиби шакланд. Фақат бо таъсири қувваҳои беруна онҳо шакли худро тағйир доданашон мумкин.

Масалан, аз нӯгҳои таноби резинӣ дошта кашем қисмҳои таноб нисбат ба якдигар мекӯҷад, таноб дарозтар, инчунин бориктар шуда мемонад.



Тағйирёбии шакли чисми саҳт бо таъсири қувваи беруна, деформатсия номида мешавад.

Деформатсия пластикӣ ё ки чандирӣ шуданаш мумкин.



Пас аз қатъ ёфтани қувваи беруна ба ҳолати шакли ибтидоӣ баргаштани ҷисм, деформатсияи чандирӣ номида мешавад.

Як порча пластилинро бо ангуштонамон паҳш кунем, вай ба шакли ибтидоӣ барнамегардад.



Пас аз қатъ ёфтани қувваи беруна ба шакли худ барнагардад, деформатсияи пластикӣ меноманд.

Лой, мум, сурб ва ҷисмҳои монанди инҳо дорои ин гуна хосият буда, онҳо дучори деформатсияи пластикӣ мешаванд. Аз хосияти пластикии пӯлод истифода бурда, бо ёрии прессҳои қувваҳои басо калон ҳосилкунанда ҷизҳои пӯлодиرو штамповка мекунанд.

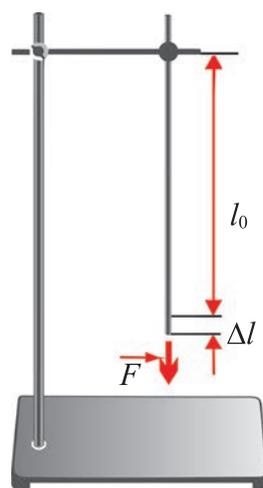
Деформатсияи ёзиш

Милаи аз резина тайёр кардашудаи дарозиаш l_0 , масоҳати бурриши арзиаш S -ро бигирем. Нӯги болоии мила ба штатив капонида шудааст. Ба нӯги поёнии он бо қувваи поёнравонаи F таъсир карда шавад, мила ба Δl меёзад (расми 52). Дар инҷо F қувваи деформатсиякунанда, Δl давозшавии мутлақ гуфта мешавад. Агар дарозии мила дар натиҷаи деформатсияшавӣ ба l баробар бошад, дарозшавии мутлақи онро ин тавр муайян мекунанд:

$$\Delta l = l - l_0. \quad (1)$$

Таҳти таъсири қувваи тағйирнопазир дарозшавии мутлақ ба дарозии ибтидоии мила l_0 вобаста аст. Аз ин рӯ мафҳуми дарозшавии нисбӣ ҳам дохил карда шудааст. Дарозшавии нисбии мила чуниин ифода карда мешавад:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad \text{ё ки} \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%. \quad (2)$$



Расми 52.

Шиддати механикӣ

Мавриди гуфтани хосиятҳои механикии ҷисмҳои саҳт, деформатсия шудани ҷисмҳои саҳт таҳти таъсири қувваҳои механикии беруна ва хосиятҳои аниқкунандаи қобилияти тобоварӣ ба коҳиш таҳти ин қувваҳо, фаҳмида мешавад.



Бузургие физикие, ки аз ҷихати ададӣ ба қувваи таъсир кардаистодаи деформатсиякунанда бар воҳиди масоҳати бурриши арзии ҷисми деформатсия шуда баробар аст, шиддати механикӣ номида мешавад.

Назар ба таъриф шиддати механикӣ:
$$\sigma = \frac{F}{S}. \quad (3)$$

σ – Олими голланд Гук дар таҷриба, дар деформатсияи чандирӣ шиддати механикӣ ба дарозшавии нисбӣ мутаносиби роста буданаширо аниқ намуд, яъне:

$$\sigma = E \cdot |\varepsilon|. \quad (4)$$

Коэффитсиенти мутаносибии дар ин ифода иштироккарда E модули эластикӣ ё ки модули Юнг гуфта мешавад. Дар системаи воҳидҳои Байналхалқӣ воҳиди шиддати механикӣ ва модули Юнг, чун воҳиди фишор Паскал қабул шудааст.

Модули Юнг чӣ қадар калон бошад, материал ҳамон қадар кам деформатсия мешавад. Модули эластикӣ баъзе моддаҳо дар ҷадвал оварда шудааст.

№	Модда	E , Па	№	Модда	E , Па
1	Сурб	$1,1 \cdot 10^{10}$	4	Мис	$1,1 \cdot 10^{11}$
2	Бетон	$1,6 \cdot 10^{10}$	5	Пӯлод	$1,9 \cdot 10^{11}$
3	Алюминий	$7 \cdot 10^{10}$	6	Никел	$2,1 \cdot 10^{11}$

Ифодаҳои шиддати механикӣ $\sigma = \frac{F}{S}$ ва дарозшавии нисбӣ $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ - ро ба ифодаи қонуни Гук гузошта, ифодаи зеринро ҳосил мекунем:

$$\frac{F}{S} = E \frac{|\Delta l|}{l_0}. \quad (5)$$

Аз ин $F = E \cdot S \frac{|\Delta l|}{l_0}$ (6) бармеояд. Агар $\frac{E \cdot S}{l_0} = k$ гуфта ишора кунем, ифодаи (6)-ро чунин навиштан мумкин. $F = k \cdot |\Delta l|$.

Худуди пайдорӣ

Ба нӯги дуҷониби сими пӯлодие, ки аз як нӯгаш ба овеза маҳкам шудааст, паллачаро овехта ба он бор гузорем, сими пӯлодин кашида мешавад. Ба палла борро паси ҳам гузоштан гирем, дар сим шиддати механикӣ ҳам зиёд шуда меравад. Дар ягон қимати маълуми шиддат сим қанда мешавад.

Он қимати шиддати механикӣ, ки материали модда тоб оварданаши мумкин аст, худуди пойдорӣ гуфта қабул шудааст. Худуди пойдории баъзе моддаҳо дар чадвали зерин оварда шудааст. Худуди пойдории материал ба намуди модда ва технологияи тайёркунии он вобаста аст.

	Модда	σ , МПа
1	Бетон	48
2	Алюминий	50 ÷ 115
3	Капрон	55 ÷ 80
4	Мармар	100
5	Пӯлод	170 ÷ 700

Чандирият. Қисми аз ҳар гуна материалҳо тайёр кардашуда дар деформатсияҳои хурд худро чун қисми чандирӣ нишон медиҳад. Пас аз қатъ шудани таъсири беруна шакл ва андозаҳои он ба асли худ меояд.

Мӯртгиат. Хосияти мӯртгиати қисмҳои саҳт аҳамияти калон дорад. Агар материал дар деформатсияи на он қадар калон хароб гардад, он материали мӯрт номида мешавад. Ашёҳои шишагин ва чиннигӣ мӯрт мешаванд. Инчунин чӯян ва мармар ҳам мӯрт ҳисоб мешаванд. Дар материалҳои мӯрт хосиятҳои пластикӣ қариб, ки нестанд.



1. Деформатсия гуфта чиро мегӯянд? Кадом намудҳои онро медонед?
2. Ифодаҳои дарозшавии мутлақ ва нисбиро навишта, онҳоро фаҳмонед.
3. Шиддати механикӣ чист? Вай бо кадом воҳид чен карда мешавад?
4. Модули Юнг гуфта чиро мегӯянд? Маънои онро фаҳмонида диҳед.

§ 37. ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Масъалаи 1. Дарозшавии мутлақ ва нисбии мила бо равиши мувофиқ 3 мм ва 0,15 % бошад, дарозии милаи деформатсия нашударо ёбед.

Дода шудааст:

$$\Delta l = 3 \text{ мм} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$\varepsilon = 0,15 \%$$

Ёфтан лозим:

$$l_0 = ?$$

Формулаш:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%$$

аз ин

$$l_0 = \frac{\Delta l}{\varepsilon} \cdot 100\%$$

Ҳисобкунӣ:

$$l_0 = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{0,15\%} \cdot 100\% = 2 \text{ м.}$$

Ҷавоб: $l_0 = 2 \text{ м.}$

Масъалаи 2. Ба сими пӯлодини диаметраш 2 мм бори массааш 6 кг овехта шудааст. Дар сим чӣ гуна шиддати механикӣ ба вучуд меояд?

Дода шудааст:

$$d = 2 \text{ мм} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$m = 4 \text{ кг.}$$

Ёфтаи лозим:
 $\sigma = ?$

Формулааш:

$$F = m \cdot g \text{ ва } S = \pi d^2 / 4$$

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{m g}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{4 m g}{\pi \cdot d^2}.$$

$$[\sigma] = \left[\frac{F}{S} \right] = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \text{Па.}$$

Ҳисобкунӣ:

$$\sigma = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10}{3,14 \cdot 4 \cdot 10^{-6}} \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} =$$

$$= 1,27 \cdot 10^7 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}.$$

Ҷавоб: $\sigma = 1,27 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2.$

Масъалаи 3. Барои ба 2 мм ёзонидани сими пӯлодини дарозиаш 4 м ва бурриши арзиаш 10 мм^2 чӣ қадар қувва лозим аст? Модули элаستيкий пӯлод 190 ГПа аст.

Дода шудааст:

$$\ell_0 = 4 \text{ м}$$

$$S = 10 \text{ мм}^2 = 10^{-5} \text{ м}^2$$

$$\Delta l = 2 \text{ мм} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$E = 190 \text{ ГПа} = 1,9 \cdot 10^{11} \text{ Па.}$$

Ёфтаи лозим:
 $F = ?$

Формулааш:

$$\sigma = \frac{F}{S};$$

$$\sigma = E |\epsilon| = E \frac{\Delta l}{l_0};$$

$$F = E \frac{\Delta l}{l_0} S.$$

$$[F] = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \frac{\text{м}}{\text{м}} \cdot \text{м}^2 = \text{Н}.$$

Ҳисобкунӣ:

$$F = \frac{1,9 \cdot 10^{11} \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{4} \text{ Н} =$$

$$= 950 \text{ Н}.$$

Ҷавоб: $F = 950 \text{ Н}.$

Масъалаи 4. Симтаноби пӯлодини аз вертолёт овезон кардашуда барои аз вазнинии худ канда нашудан, дарозии он ҳеҷ набошад чӣ қадар шуданаш мумкин? Худуди пойдорӣ пӯлод $1,7 \cdot 10^8 \text{ Па}$, зичии он 7800 кг/м^3 аст.

Дода шудааст:

$$\sigma = 1,7 \cdot 10^8 \text{ Па}$$

$$\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2.$$

Ёфтаи лозим:
 $l = ?$

Формулааш:

$$\sigma = \frac{\rho V g}{S} = \frac{\rho S l g}{S} = \rho l g;$$

$$l = \frac{\sigma}{\rho g}. \quad [l] = \frac{\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}}{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = \text{м}.$$

Ҳисобкунӣ:

$$l = \frac{1,7 \cdot 10^8}{7800 \cdot 10} \text{ м} = 2180 \text{ м}$$

Ҷавоб: $l = 2180 \text{ м}.$

**М
21**

1. Ба таноби пӯлодини диаметраш 2 см бори вазнаш 30 кН овехта шудааст. Шиддати механикии дар таноб ҳосилшударо ёбед.
2. Ҳангоми ба милаи пӯлодин бо қувваи ёзонандаи 18 кН таъсир намудан, то ки дар он шиддати механикии $6 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ ҳосил шавад, бурриши арзиаш чӣ қадар буданаш лозим?
3. Баландии зиёдтарини девори хиштини ҳудуди пойдориаш 0,5 МПа ва зичиаш 4000 кг/м^3 чӣ қадар буданаш мумкин?
4. Ба сими дарозиаш 80 см, масоҳати бурриши арзиаш $0,5 \text{ мм}^2$ бори массааш 25 кг овехтан, сим ба 2 мм дароз шуд. Барои ин сим модули юнгро ёбед.
5. Ба нӯги милаи пӯлодин қувваи 7,85 кН гузошта шавад, вай канда мешавад. Диаметри он чӣ гуна будааст? Ҳудуди пойдорӣ барои пӯлод 170 МПа аст.
6. Сими пӯлодин, ки аз як нӯгаш овезон аст, ба об фуруварда истодаанд. Барои канда нашудани сим аз таъсири вазнинии худ вай бояд чӣ қадар дарозӣ доштанаш лозим? Ҳудуди пойдорӣ барои пӯлод 170 МПа, зичиаш баробари 7800 кг/м^3 аст.

§ 38. ГУДОЗИШ ВА САХТШАВИИ ЧИСМҲОИ КРИСТАЛЛӢ

Бо роҳи гармидиҳӣ ба ҳисми сахт, онро ба ҳолати моеъ гузаронидан мумкин.



Ҷараёни аз ҳолати сахт ба ҳолати моеъ гузаштани модда, *гудозиш* номида мешавад.

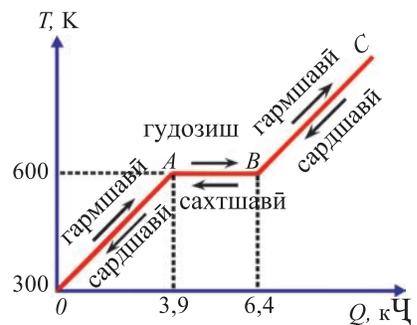
Барои гудозиши ҳисми кристаллӣ ба он гармӣ диҳем, ҳарораташ меафзаяд. Мавриди ба ягон ҳарорати маълум расидани ҳарорати ҳисм вай ба гудозиш сар мекунад.



Ҳарорате, ки дар он ҳисми кристаллӣ гудохта мешавад, *ҳарорати гудозиши* ин кристалл номида мешавад.

Гудозиш ва сахтшавии ҳисми кристаллиро дар мисоли сурб мибинем. Ҷараёни гудозиш ва сахтшавии онро дар график тасвир мекунем. Барои ин ба абсиссаи тири координатӣ миқдори гармии ба сурб дода ба тири ордината тағйирёбии ҳарорати кристаллро акс мекунем (расми 53).

Сурби ҳарораташ 27°C (300 K) ва массааш $0,1 \text{ кг}$ -ро мегирем. Гармӣ диҳем ба зиёд кардани ҳарорати сурби дар ҳолати сахтӣ буда, сарф мешавад.



Расми 53.

Дар ин ҳол гармии ба сурб додашуда, энергияи дохилии онро зиёд намудан мегирад. Ҳангоми ҳарорати сурб ба $327\text{ }^\circ\text{C}$ (600 K) расидан вай ба гудозиш сар мекунад ва то пурра гудохташавӣ тағйир намеёбад. Ин ҳарорат, ҳарорати гудозиши сурб аст.



Гармие, ки барои пурра гудоختани ҷисми сахти кристаллии дар ҳарорати гудозишбуда сарф мешавад, гармии гудозиш номида мешавад.

Барои зиёд кардани ҳарорати сурби ҳолати сахтии массааш $0,1\text{ kg}$ аз $27\text{ }^\circ\text{C}$ то $327\text{ }^\circ\text{C}$ миқдори гармии $Q = cm(T_2 - T) = 130\text{ J (kg}\cdot\text{K)} \cdot 0,1\text{ kg} \cdot (600 - 300)\text{ K} = 3900\text{ J} = 3,9\text{ kJ}$ сарф мешавад (қитъаи $O-A$ -и графикаи дар расми 53 тасвирёфта).

Пас аз расидани ҳарорати сурб $327\text{ }^\circ\text{C}$ (600 K) миқдори гармии додашуда ба вайронкунии панҷараи кристаллӣ сарф шуда, кристалл ба гудохташавӣ сар мекунад. То батамом гудохта шудани сурб ҳарорати он тағйир намеёбад (қитъаи $A-B$ -и график).

Ин энергияи додашуда ба вайронкунии панҷараи кристаллӣ таъсири мутақобили ба *ҳолати моеъ табдилдиҳии сурб* сарф мешавад.

Дар ҷараёни гудозиш то пурра ба моеъ табдилёбии кристалл ҳарорати он тағйирнопазир мемонад. Баъд аз ба моеъ пурра табдилёбии сурб ҳарорати он боз афзуда меравад (қитъаи $B - C$ -и график). Дар ин гармии додашуда ба зиёд кардани суръати ҳаракати атомҳои сурби ҳолати моеъ, яъне *ба зиёдкунии энергияи кинетикӣ* сарф мешавад.

Оташи зери сурби ҳолати моеъ хомӯш карда шавад, яъне ба он додани энергия қатъ гардад, вай ба сардшавӣ сар мекунад. Дар ин энергияи кинетикии атомҳои сурб, бинобар ин, *энергияи дохилии модда кам шуда меравад*. Аз сурб миқдори гармӣ ҷудо мешавад.

Сурби моеъ сард шуда ба $327\text{ }^\circ\text{C}$ (600 K) расад, ҳарорати он тағйирнопазир мемонад. (қитъаи $B-A$ -и график). Ин ҳарорат, *ҳарорати сахтшавии сурб аст*. Лекин аз сурб ҷудо шудани гармӣ давом меёбад. Дар ин энергияи кинетикии атомҳои сурб кам шуда, атомҳо бо тартиб ҷойгир шудан мегиранд. Ин ҷараёниро *сахтшавӣ* ё *ки кристаллшавии* модда меноманд.

Пас аз ба ҳолати сахтӣ гузашта шудани сурб ҳарорати он боз ба пастшавӣ сар мекунад (қитъаи $A-O$ -и график). Аз ҳисоби камшавии энергияи кинетикии атомҳо энергияи дохилии он кам шуда меравад. Дар ин ҳарорат то $27\text{ }^\circ\text{C}$ -и ибтидоӣ паст шудан сурб ба муҳити гирду атроф миқдори гармӣ нақл мекунад. Сурб ба ҳолати пурраи кристаллӣ баргашта, аз $327\text{ }^\circ\text{C}$ то $27\text{ }^\circ\text{C}$ сардшавӣ миқдори гармии $3,9\text{ kJ}$, ҷудо мешавад.

Ҷараёни гудозиш ва сахтшавии тамоми ҷисмҳои кристаллии дигар ҳам чун сурб мешавад. Аз ҷараёни муоинашудаи гудозиш ва сахтшавӣ ба хулосаҳои зерин омадан мумкин:

1. Ҳароратҳои гудозиш ва сахтшавии ҷисмҳои кристаллӣ як хел мешаванд.

2. Ҷисми кристаллӣ дар ҷараёни гудозиш чӣ қадар аз берун миқдори энергия гирад, дар ҷараёни сахтшавӣ ба берун ҳамон қадар миқдори гармӣ медиҳад.

3. Графикҳои ҳарорати ифодакунандаи ҷараёнҳои гудозиш ва сахтшавии ҷисми кристаллӣ болои ҳам меафтанд.

Ҷисмҳои кристаллии дигар ҳам монанди сурб ба ҳарорати гудозиш (сахтшавӣ) соҳибанд. Дар ҷадвал ҳарорати гудозиши баъзе моддаҳо оварда шудаанд.

№	Модда	$t_r, ^\circ\text{C}$		Модда		№	Модда	$t_r, ^\circ\text{C}$
1	Симоб	-39	5	Рух	420	9	Ҷуян	1200
2	Сурях	0	6	Алюминий	660	10	Оҳан	1539
3	Калъағӣ	232	7	Тилло	1064	11	Платина	1769
4	Сурб	327	8	Мис	1083	12	Волфрам	3410



1. Чӣ гуна ҷараён, гудозиш номида мешавад?
2. Чӣ гуна ҳарорат, ҳарорати гудозиш номида мешавад?
3. Гармии гудозиш гуфта, чӣ гуна гармиро меноманд?
4. Графикҳои расми 53 -ро таҳлил кунед ва хулосахоятонро гӯед.

§ 39. ГАРМИИ ХОСИ ГУДОЗИШИ МОДДАҲО. ГУДОЗИШ ВА САХТШАВИИ ҶИСМҲОИ АМОРФӢ

Гармии хоси гудозиши моддаҳо



Миқдори гармие, ки ба 1 кг моддаи кристаллии дар ҳарорати гудозиш бударо ба моеъ табдил додан лозим аст, *гармии хоси гудозиш* меноманд ва бо ҳарфи λ ишора мекунам.

Мувофиқи таърифи гармии хоси гудозиши моддаи массааш m ин тавр ифода меёбад:

$$\lambda = \frac{Q_r}{m}, \quad (1)$$

дар ин ҷо Q_r - миқдори гармии барои ба моеъ табдил додани моддаи дар ҳарорати гудозиш гирифташуда λ асосан бо воҳидҳои Ҷ/кг , кҶ/кг чен карда мешавад.

Аз формулаи (1), барои гудохтани ҷисми массааш m -и гармии хоси гудозишаш λ дар ҳарорати гудозиш миқдори гармии заруриро ба таври зерин ифода кардан мумкин:

$$Q_r = \lambda \cdot m. \quad (2)$$

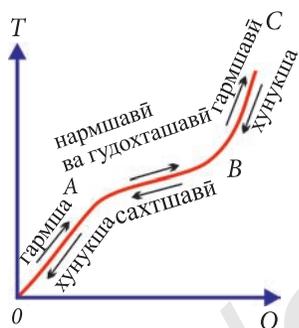


Дар ҳарорати гудозиш ҷисми кристаллии массааш маълумро ба моеъ мубаддал кардан чӣ қадар миқдори гармӣ сарф шавад, дар ҳамин ҳарорат хангоми сахтшавӣ ҳамин қадар миқдори гармӣ хорич мешавад.

Гармии ҳоси гудозиши баъзе кристаллҳо дар ҷадвал дода шудааст.

№	Модда	λ , кҶ/кг	№	Модда	λ , кҶ/кг
1	Симоб	12	6	Нукра	105
2	Сурб	25	7	Мис	205
3	Қалъагӣ	60	8	Охан	266
4	Тилло	64	9	Ях	334
5	Пӯлод	84	10	Алюминий	385

Гудозиш ва сахтшавии ҷисмҳои аморфӣ



Расми 54.

Ба ҷисми аморфӣ гармӣ дода шавад, дар ибтидо ҳарорати он мунтазам афзуда меравад (*қитъаи О-А -и графика* расми 54). Дар ин гармии додашуда ба зиёд кардани амплитудаи лаппиши молекулаҳои ҷисм дар ҷои худ, яъне **ба зиёд кардани энергияи кинетикӣ** сарф мешавад.

Аз нуқтаи А сар карда, афзудани ҳарорат кам мешавад (*қитъаи А-В -и график*). Гармии додашуда **ба зиёд кардани энергияи кинетикии молекулаҳо ва энергияи потенциалии таъсири мутақобили молекулаҳо** сарф мешавад. Дар ин, дар натиҷаи кам

шуда рафтани мустаҳкамии вобастагии байни молекулаҳо, ҷисм нарм гашта, то ба моеъ мубаддалшавӣ рафта мерасад.

Миқдори гармӣ пас аз батамом ба моеъ мубаддалшавии ҷисми додашуда ба зиёд намудани суръати ҳаракати молекулаҳо, яъне **ба зиёд кардани энергияи кинетикӣ** сарф мешавад (*қитъаи В—С -и график*). Аз ин рӯ:



Ҷисмҳои аморфӣ ба ҳарорати муайяни гудозиш соҳиб нестанд. Хангоми гармидихӣ, ҷисмҳои аморфӣ дар ибтидо **бо оҳистагӣ нарм гашта, сипас ба моеъ мубаддалшавӣ сар мекунанд.**

Сахтшавии ҷисми аморфии ба ҳолати моеъ табдилёфта мавриди сард шудан, ба ҷараёни гудозиш ҷаппа аст. Чун дар ҷисмҳои кристаллӣ графикаи

вобастагии ҳарорат аз миқдори гармӣ дар ҷараёни гудозиши ҷисми аморфӣ бо графикаи ҷараёни саҳтшавӣ болоиҳам меафтад.

Омӯзиши ҷараёни гудозиш дар табиат (масалан, обшавии барф ва ях дар сатҳи Замин), фан ва техника (масалан, гирифтани металлҳои тоза, рехтаҳо) молики аҳамияти муҳиманд.

Намунаи ҳалли масала.

Ба оби массааш 4 кг, ҳарораташ 20 °C яхи ҳарораташ 0 °C андохтанд. Барои пурра обшавии ях массаи зиёдтарини он бояд чӣ қадар бошад? Гармии хоси гудозиши ях 336 кҶ/кг.

<p>Дода шудааст:</p> $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ $m_1 = 4\text{ кг}$ $t_2 = 0\text{ }^\circ\text{C}$ $\lambda = 336\text{ кҶ/кг.}$ <hr/> <p><i>Ёфтан лозим:</i> $m_2 = ?$</p>	<p>Формулааш: $Q_1 = Q_2$</p> $Q_1 = m_1 c(t_1 - t_2) \text{ ва } Q_2 = \lambda m_2$ $m_2 = \frac{m_1 c(t_1 - t_2)}{\lambda}$ $[m_2] = \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{Ҷ}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot \text{К}}{\frac{\text{Ҷ}}{\text{кг}}} = \text{кг.}$	<p>Ҳисобкунӣ:</p> $m_2 = \frac{4 \cdot 4200 \cdot 20}{336 \cdot 10^3} \text{ кг} = 1 \text{ кг.}$ <p>Ҷавоб: $m_2 = 1\text{ кг}$</p>
--	--	--



1. Чиро гармии хоси гудозиши модда меноманд?
2. Формулаи гармии хоси гудозиши модда чӣ хел ифода карда мешавад?
3. Ҷараёни гудозиш ва саҳтшавии ҷисмҳои аморфиро фаҳмонида диҳед.
4. Ҷараёни гудозиш ва саҳтшавии ҷисмҳои аморфӣ аз ҷараёни гудозиш ва саҳтшавии ҷисмҳои кристаллӣ чӣ гуна тафовут дорад?



1. 3 кг яхи дар ҳарорати гудозиш бударо барои ба об мубаддал кардан, чӣ қадар миқдори гармӣ додан лозим?
2. Қалбагии массааш m -и дар ҳарорати гудозиш бударо барои пурра гудохтан 10 кҶ миқдори гармӣ сарф шуд? Массаи қалбагии гудохташударо ёбед?
3. Ҳангоми пурра ба ях мубаддалшавии 0,5 л оби ҳарораташ 0 °C –и ба яхдон гузашташуда чӣ қадар миқдори гармӣ хориҷ мешавад?
4. Барои пурра гудохта шудани 5 кг ҷисми дар ҳарорати гудозиш буда 420 кҶ миқдори гармӣ сарф шуд. Ин ҷисм аз кадом модда тайёр карда шудааст?
5. Бо энергияи 1 л оби ҳарораташ 0 °C-ро то ҷӯшонидан сарфшуда, чӣ қадар яхи дар ҳамин ҳарорат бударо гудохтан мумкин?
6. Оби ҳавзи масоҳати сатҳаш 250 м² дар ҳарорати 0 °C бо яхи ғафсиаш 1 мм пӯшида шуд. Дар ин ба атроф чӣ қадар миқдори гармӣ хориҷ шудааст? Зичии ях 900 кг/м³.

§ 40. БУХОРШАВӢ ВА КОНДЕНСАТСИЯ

Моеъ дар зарфи даҳонаш нағз пӯшидашуда (масалан, атр) муддати дароз истад ҳам миқдори он тағйир намеёбад.

Даҳонаш кушода бошад, бо гузашти вақт миқдори он кам шуда меравад ва пас аз муддати тӯлонӣ атр намонданаширо мебинем. Ба ин ҳодисаи физикии мушоҳидакарда бухоршавӣ сабаб аст.



Чараёни аз ҳолати агрегатии моеъ ё сахт ба ҳолати газӣ гузаштани модда бухоршавӣ номида мешавад.

Ба ҳолати газ гузаштани модда бо аз сатҳи озоди он ҳосилшавии буг мегузарад. Мо пеш аз ҳама ҳолати бугшавии моеъро дида мебароем.

Дар ҳар гуна ҳарорати дилхоҳ дар дохили моеъ байни молекулаҳо, молекулаҳои ёфт мешаванд, ки энергияи кинетикиашон калон аст. Онҳо қувваҳои ҷозибавӣ молекулаҳои дигарро бартараф намуда, қабати берунии моеъро “бурида” парида баромаданашон ва ба ҳолати газӣ гузаштанашон мумкин.

Ба афзудани ҳарорат бухоршавӣ ҳам меафзояд. Бухоршавӣ ба ҳолати ҳавои болои моеъ ҳам вобаста аст. Шамол бошад, бо сабаби он ба молекулаҳои сатҳи моеъ энергияи иловагӣ доданаширо моеъ тезтар бухор мешавад. Масалан ҳарорати ҳаво баланд бошад, оби кулмак тез хушк мешавад.

Ба тарелка (лиқобча) ва стакан оби миқдорашон баробар мерезем. Баъд аз якчанд рӯз оби тарелка бухор шуда меравад, оби стакан мемонад. Бинобар ин, сураъти бухоршавӣ ба калонии сатҳи кушоди моеъ ҳам вобаста аст. Инчунин сураъти бухоршавӣ ба фишори атмосферӣ ба сатҳи моеъ таъсир кардаистода ҳам вобаста аст. Он ҷое, ки фишори атмосферӣ паст аст бухоршавӣ тез мешавад.

Гармии хоси бугҳосилкунӣ

Дар чараёни бухоршавӣ молекулаи энергияш калон қувваи ҷозибавӣ молекулаҳои дигарро бартараф карда берун баромада рафтани молекулаҳои бухоршудаистода қор иҷро карда мешавад. Аз ин сабаб дар чараёни бухоршавӣ моеъ сард мешавад.

Ҳангоми бухоршавӣ барои тағйир наёфтани ҳарорати моеъ ба он аз берун миқдори гармӣ дода истодан лозим мешавад. Ин миқдори гармӣ зарурии додаистодаро, **гармӣ бухоршавӣ** меноманд.



Дар ҳарорати тағйирнаёбанда 1 кг моеъро барои пурра ба буг табдилдодан, миқдори гармӣ зарур буда, гармиғунҷоиши хоси бугҳосилкунӣ номида мешавад ва он бо ҳарфи r ишора карда мешавад.

Аз рӯи таъриф, гармиғунҷоиши хоси буғҳосилкунии моддаи массааш m ба тариқи зерин ифода карда мешавад:

$$r = \frac{Q_6}{m}. \quad (1)$$

Назар ба ин ифода воҳиди гармиғунҷоиши хос бо Ҷ/кг ифода карда мешавад. Аз ифодаи (1) моеъи массааш m -ро барои пурра ба буғ мубаддал кардан, ёфтани ифодаи ҳисоб кардани миқдори гармӣ бармеояд, яъне:

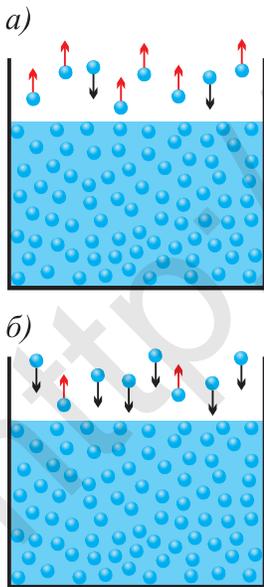
$$Q_6 = r \cdot m. \quad (2)$$

Дар шароити мӯътадил 1 кг оби дар ҳарорати чӯшиш бударо барои пурра ба буғ мубаддал кардан $2,3 \cdot 10^6$ Ҷ энергия сарф карда мешавад. Бинобар ин, гармии хоси буғҳосилкунӣ барои об ба $r = 2,3 \cdot 10^6$ Ҷ/кг баробар будааст.

Конденсатсия

Дар ҷараёни бухоршавӣ дар як вақт, ҷараёни баръакс ҳам мавҷуд, яъне буғ ба моеъ мубаддал мешавад. Тағйирнопазир мондани миқдори моеъи даҳонаш пӯшида айнан конденсатсия шудани ҳамин буғ аст.

Ҷараёни ба ҳолати моеъ ё сахт мубаддалшавии буғ, конденсатсия номида мешавад.



“Конденсатсия” аз лотинӣ гирифта шуда, маънои “зичшавӣ”, “ғализшавӣ”-ро дорад.

Одатан дар як вақт моеъ ҳам бухор мешавад, ҳам конденсатсия мешавад. Ҷараёни бухоршавӣ бартарӣ дошта бошад, моеъ бухор шуда истодааст мегӯянд (расм 55, а). Ҷараёни конденсатсия бартарӣ дошта бошад, конденсатсия шуда истодааст мегӯянд (расми 55, б). Дар натиҷаи конденсатсияи буғҳои оби атмосфера *борон*, *барф*, *шабнам* ва *қирав* ҳосил мешавад.

Назар ба қонуни бақо ва табдилёбии энергия, мавриди моеъи додашударо ба буғ мубаддал кардан чӣ қадар миқдори энергия сарф шуда бошад, буғ конденсатсия шуда, ба моеъи ҳамон гуна ҳарорат мубаддал шавад, миқдори гармии баробари гармии буғҳосилкунӣ хориҷ мешавад ва ин гармӣ, гармии хоси конденсатсияшавӣ номида мешавад.

Расми 55.

$$Q_k = -Q_6 = -r \cdot m. \quad (3)$$

Буғҳои сер ва носер

Агар болои моеи бухор шуда истода пӯшида шавад, болои моеъ буғ ғун мешавад. Молекулаҳои буғ аз молекулаҳои конденсатсия шуда истода зиёд мешавад. Дар ин ҳол буғи болои моеъро, **буғи носер** меноманд.

Бо зиёдшавии молекулаҳои буғи болои моеи зарфи сарпӯш, конденсатсияшавии онҳо ҳам меафзояд. Пас аз ягон вақт суръати бухоршавӣ ва конденсатсия баробар мешавад. Инро ҳолати мувозинати динамикӣ меноманд.



Буғе ки, бо моеи худ дар мувозинати динамикӣ аст, буғи сершуда номида мешавад. Фишоре, ки дар ин гуна шароит дар болои моеъ қарор ёфтааст, фишори буғи сершуда меноманд.

Фишори буғ (зичии он) аз фишори буғи сер (зичии он) зиёд нест.

Бо зиёд шуда рафтани ҳарорати моеъ фишори буғи сер ҳам меафзояд. Фишори буғи серро бо муодилаи $p=nkT$ ифода кардан мумкин аст.

Чӯшиш

Дар ҳар гуна шароит дар дохили моеъ хубобчаҳои ба чашм нонамоёни ҳаво мавҷуданд. Чун болои моеъ, дар дохили ин хубобчаҳо ҳам буғҳои моеъ ҳосил мешаванд. Фишори буғи хубобчаҳо ҳам меафзояд ва хубобчаҳо калон мешаванд. Хубобчаҳо бо таъсири қувваи Архимедӣ ба боло майл мекунад.

Бо сабаби қабатҳои болоии моеъ нисбат ба қаъри зарф ба гармшавӣ муваффақ нашудан, қисми маълуми буғҳои хубобчаҳо конденсатсия мешаванд (расми 56 а). Ин ҳодиса пеш аз чӯшидани об аз овози хосаш намоён мегардад.

Қисми гармӣ гирифтаи зарф - ҳарорати моеи қаъри он калон аст. Ба ҳарорати чӯшиш расад, дигар зиёд намешавад. Микдори гармии ба он дода шуда истода ба калоншавии хубобчаҳои қаъри зарф ва зиёд кардани ҳароратҳои ҷойҳои дигари моеъ сарф мешавад.

Ҳарорати тамоми ҳаҷми моеъ баробар шавад, хубобчаҳо дигар хурд намешаванд. Онҳо ба сатҳ баромада қафида – “таркида” ба ҳаво буғ паҳн мекунад (расми 56, б).



Расми 56.



Чараёни ҳосилшавии буғ дар тамоми ҳаҷми моеъ, чӯшиши номида мешавад.

Мавриди чӯшиш ҳарорати тамоми ҳаҷми моеъ баробар мешавад ва он бо равиши чадалнок бухор мешавад. Ҳангоми саршавии чӯшиш ҳарорати он аз афзудан боз мемонад. Дар тамоми ҳаҷми он пуфакчаҳо пайдо мешавад. Ин ҳароратро, ҳарорати чӯшиши моеъ меноманд.

Ҳарорати чӯшиши моеъҳои гуногун ҳар хел аст. Масалан, дар шароити мӯътадил спирт дар ҳарорати 78 °С, об дар 100 °С меҷӯшад.

Фишори беруна чӣ қадар калон бошад, ҳарорати чӯшиш ҳамон қадар баланд мешавад. Масалан, фишор дар дохили деги буғӣ ба 16 атмосфера баробар бошад, об дар 200 °С ҳам намеҷӯшад. Дар муассисаҳои тиббӣ асбобҳои чарроҳӣ, дар ҳарорати баланд чӯшонидан мешавад.

Бо паст шудани фишори берунӣ, ҳарорати чӯшиши моеъ паст шуда меравад. Масалан, дар кӯҳи баландиаш 5км, маҳз аз паст будани фишор об дар 84 °С меҷӯшад. Дар ин гуна ҳарорат об чӣ қадар ҷӯшад ҳам гӯшти ба он андохта намепазад. Барои пухтани он бояд онро герметик маҳкам намуда, сипас чӯшонидан лозим.



1. Чиро бухоршавӣ меноманд? Вай чӣ тавр ба амал меояд?
2. Аз чӣ сабаб алафи даравида дар ҳолати шамол будан нисбат ба ҳолати набудани шамол тезтар хушк мешавад ?
3. Чӣ гуна гузаштани чараёни конденсатсияро фаҳмонида диҳед.
4. Чӣ гуна буғ, буғи носер мешавад?
5. Буғи дар кадом ҳолат буда, буғи сершуда номида мешавад?
6. Оёбро гарм накарда чӯшонидан мумкин-мӣ?
7. Об дар ҳарорати 250 °С ҳам оё дар ҳолати моеъгӣ шуда метавонад?
8. Фарқи чӯшиши оби ошёнӣ якум ва дуҷум дар чист?

§ 41. ҲОДИСАҲО ДАР АТМОСФЕРА

Намнокии ҳаво

2/3 қисми кураи Заминро об ташкил мекунанд. Бо туфайли бухоршавӣ дар таркиби атмосфера ҳар доим об мешавад. Ҳавои дар таркибаш буғи об буда, ҳавои нам ё ки намнокӣ меноманд. Дар ҳаво буғи об чӣ қадар зиёд бошад, намнокии он ҳамон қадар калон мешавад.



Массаи буғи оби 1м³ ҳаво, намнокии мутлақи ҳаво номида мешавад.

Намнокии мутлақ дар 1 м³ ҳаво чанд грамм буғи об мавҷуд буданаширо нишон медиҳад.

Намнокии мутлақро чун зайл ҳисоб кардан мумкин:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Мавриди намнокӣ ρ_0 ба миқдори маълум расидан ҳаво бо буғи об сер мешавад. Дар ин вақт зичии буғи оби ҳаворо зичии буғи сери об гуфта қабул кардаанд. Бо афзудани ҳарорати ҳаво ҳудуди сершавии он ҳам меафзояд.

Барои баҳодихӣ ба дараҷаи сершавии буғи оби ҳаво мафҳуми намнокии нисбӣ дохил карда шудааст. Намнокии мутлақи буғи оби ҳарораташ T -и дар ҳаво мавҷуд буда, бар зичии буғи сер дар ҳамин ҳарорат, ки бо фоизҳо гирифта шудааст, **намнокии нисбии ҳаво** номида мешавад.

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} 100\%. \quad (2)$$

Бинобар ин нисбати намнокии мутлақ ба зичии буғи сер дар ҳарорати додашуда намнокии нисбӣ будааст. Намнокии нисбӣ бо буғи об чӣ қадар сер будани ҳаворо мефаҳмонад. Ҳангоми намнокии ҳаво 100% будан сершудани буғи оби ҳаво содир нашудани бухоршавиро мефаҳмонад.

Дар баъзе ҳолатҳо фишори буғи оби ҳаво ҳам намнокии мутлақ номида мешавад. Аз ин рӯ, намнокии мутлақро бо фишори буғи об ҳам ифода кардан мумкин. Бо воситаи нисбати буғи оби ҳаво p дар ҳарорати T бар фишори буғи сер дар ҳамин ҳарорат p_0 , ки қиматаш бо фоизҳо гирифта шудааст, намнокии нисбии ҳаворо чунин ҳисоб мекунем, яъне:

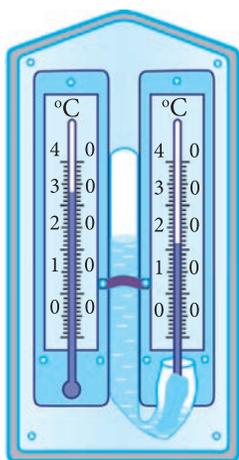
$$\varphi = \frac{p}{p_0} 100\%, \quad (3)$$

дар ин ҷо p -фишори буғи оби ҳаво, p_0 -фишори буғи сер.

Барои қиматҳои гуногуни ҳарорат зичии буғи сери об ва фишори буғи сери об дар ҷадвали зерин оварда шудааст.

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$p_0, \text{кПа}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$p_0, \text{кПа}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$p_0, \text{кПа};$
1	5,2	0,653	11	10,0	1,31	21	18,3	2,49
2	5,6	0,706	12	10,7	1,39	22	19,4	2,64
3	6,0	0,759	13	11,4	1,49	23	20,6	2,81
4	6,4	0,813	14	12,1	1,59	24	21,8	2,98
5	6,8	0,880	15	12,8	1,71	25	23,0	3,17
6	7,3	0,933	16	13,6	1,81	26	24,4	3,36
7	7,8	0,999	17	14,5	1,93	27	25,5	3,56
8	8,3	1,07	18	15,4	2,07	28	27,2	3,78
9	8,8	1,15	19	16,3	2,19	29	28,7	3,99
10	9,4	1,23	20	17,3	2,33	30	30,3	4,24

Чен кардани намнокии нисбии ҳаво



Расми 57.

Дар ҳаёт барои чен кардани намнокии ҳаво аз психрометри Август, ки дорои сохти оддитарин аст, истифода бурдан мумкин (аз юнонии *psixros*— *хунук*). Вай асосан аз термометри яке хушк дигаре нам иборат аст (расми 57). Термометри якум ҳарорати ҳаворо чен мекунад. Нӯги (зарфи) термометри дуюм бо матоъ печонида шуда, онро ба зарфи обдор дохил мекунанд. Ҳаво чӣ қадар хушк бошад, об аз матоъ ҳамон қадар тез бухор мешавад ва ҳарорати он ҳамон қадар паст мефурияд. Фарқи нишондодҳои термометрҳои хушк ва намро ҳисоб намуда намнокии нисбӣ аз ҷадвали психрометрӣ муайян карда мешавад. Ҷадвали психрометрӣ бо худӣ асбоб якҷоя аст. Дар ҷадвал як қисми ҷадвали психрометрӣ ба ҳавои ҳарораташ 15-28 °C оварда шудааст.

Масалан, дар расми 57 термометри хушкӣ психрометр 28 °C, термометри нам 21°C нишон дода истодааст.

Дар ин ҷо фарқи термометрҳо 7 °C-ро ташкил медиҳад. Аз ҷадвали психрометрӣ намнокии нисбии ҳаво 53 % буданастро муайян кардан мумкин.

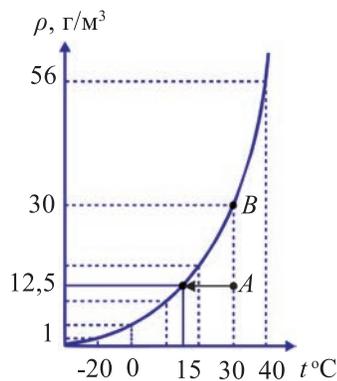
Ҷадвали психрометрӣ

Нишондоди термометри хушк, °C	Фарқи нишондодҳои термометрҳои хушк ва нам, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26
22	100	92	83	75	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	29
	Намнокии нисбӣ %										

Одатан, намнокии ҳаво аз 50 % кам бошад, ҳаво хушк, 50 – 80 % бошад, дар меъёр, аз 80% калон бошад, нам меҳисобанд. Зиёд будани намнокӣ ба занг задани ашёҳои металлӣ, варам кардани ашёҳои чӯбин гирифта меояд. Дар ҳавои хушк бошад, ашёҳои чӯбин намнокии худро гум карда қач ва кафиданашон мумкин.

Ҳангоми парвариши кирми пилла (шоҳӣ), сабзонидани занбӯруғ, чойҳои нигоҳдории меваҳо ба дараҷаи кифоягӣ баланд будани намиро таъмин кардан лозим.

Пайдо шудани боришотҳо



Расми 58.

Мавриди зиёд будани намнокии ҳавои болои сатҳи Замин як қисми буғҳои об конденсатсия шуда, ба қатраҳои майдаи об мубаддал мегарданд. Омехтаи онҳо дар атмосфера, **туман** номида мешавад.

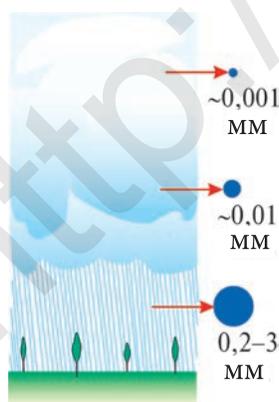
Буғи носер хунук карда шавад, дар ягон ҳарорати маълум ба буғи сершуда табдил меёбад. Бигзор намнокии мутлақи ҳаво дар ҳарорати 30 °C рӯзона $\rho = 12,5 \text{ г/м}^3$ бошад (расми 58, нуқтаи А).

Дар ин гуна ҳарорат буғҳои оби таркиби ҳаво носер аст, барои сер шуданаш $\rho = \rho_0 = 30 \text{ г/м}^3$ буданаш лозим (нуқтаи В). Лекин ҳаво шабона сард шуда, қарибии субҳ то 15 °C паст шуданаш мумкин.

Дар ин гуна ҳарорат, буғҳои оби дар ҳаво мавҷудбуда (12,5 г/м³) ба ҳолати сер мегузарад (нуқтаи С) ва онҳо конденсатсия шуда ба замин **шабнам** шуда меафтад. Ҳарорат и дар ин ҳол ба нуқтаи С мувофиқ омада $t_{ш}$ нуқтаи шабнам аст.



Ҳарорате, ки дар он буғи об сер мешавад, нуқтаи шабнам номида мешавад.



Расми 59.

Асбобе, ки намнокии мутлақи ҳаворо ба воситаи нуқтаи шабнам чен мекунад, гигрометр номида мешавад.

Дар вақтҳои ҳарорат аз 0 °C паст будан буғҳои оби конденсатсияшуда заррачаҳои яхро ҳосил карда, ба замин **қирав** шуда меафтад.

Қисми зиёди буғҳои аз укёнус ва хушкӣҳо бардошташуда дар баландии якчанд километр аз замин шино мекунанд. Дар ин гуна баландӣ ҳарорат нисбат ба сатҳи замин хеле паст аст. Дар ин гуна шароит сершудани буғҳои об осон мегардад. Мавриди зиёд будани намӣ ва боз паст шудани ҳарорат буғҳои сершуда конденсатсия шуда, заррачаҳои майдаи **абрро** ҳосил мекунад. Онҳо ба

мо чун абр намудор мешаванд. Ҳарорат боз паст шавад, заррачаҳои об як шуда, ба қатраҳои об мубаддал шудан мегиранд. Қатраҳои оби вазнинии худро нигоҳ дошта натавониста, **борон** шуда мерезанд (расми 59).

Пастшавии ҳарорати абр буғҳои обро ба заррачаҳои ях табдил дода конденсатсия мешавад. Заррачаҳои ях бо якдигар пайваст шуда, барф ҳосил мекунанд ва ҳамин тавр **барф** меборад (расми 60).

Заррачаҳои яхи дар абри ҳарораташ паст ҳосилшуда бо таъсири сели ҳаво чандин маротиба ба болою-паст ҳаракат карданаш мумкин. Дар ин мавриди болоравии заррачаҳои ях ҳар сафар онҳоро пардаи ях мепӯшад. Дар ҳар як пасту болоравӣ заррачаҳои ях калон шуда, оқибат **чола** ҳосил мешавад.



Расми 60.

Обу ҳаво

Ҳодисаҳои ҳарорати об, намнокӣ, фишор, шамол, абрнокӣ, боронҳо, туман, шабнам, қирав ва мисли инҳо ҳолати ҳаворо ташкил медиҳанд.



Дар ягон вақти аниқ дар як ҷои маълум ҳолати ҳаво, обу ҳаво номида мешавад. Ҳарорати ҳаво, намнокӣ ва фишори онро элементҳои асосии обу ҳаво меноманд.

Дар равиши вобастагӣ ба ҳолати элементҳои асосии обу ҳаво шамол, абрҳо ҳосил шуда боришотҳо мешаванд. Масалан, пастшавии ҳарорати ҳаво ба камшавии фишори атмосферӣ, афзудани намнокии нисбӣ меоварад.

Тағйирёбии фишор шамол ҳосил мекунад, афзудани намнокии нисбӣ бошад, боришотро ба вучуд меорад. Шамол сели ҳавои сатҳи замин ва абрҳоро аз як ҷой ба ҷои дигар гирифта мебарад. Ин ба тағйирёбии ҳаво ва рехтани боришотҳо гирифта омаданаш мумкин.

Пешакӣ дониستاني обу ҳаво аҳамияти муҳим дорад. Омӯзиши обу ҳаво дар марказҳои метеорология ба роҳ монда шудааст. Барои омӯзиши обу ҳавои Ўзбекистон маркази гидрометеорологияи Тошканд хизмат мекунад.



1. Чӣ гуна бузургӣ намнокии мутлақ номида мешавад?
2. Намнокии нисбии ҳаво чист ва чӣ хел ифода мекунанд.
3. Бо ёрии психрометри Август намнокии нисбӣ чӣ тавр чен карда мешавад?
4. Нуктаи шабнам чист?
5. Фаҳмонед, ки туман, шабнам ва қирав чӣ тавр пайдо мешавад.
6. Абр, борон, барф ва чола чӣ хел ҳосил мешавад?
7. Чиро обу ҳаво меноманд?
8. Дар бораи хизмати омӯзиши обу ҳаво чиро медонед?

§ 42. КОРИ ЛАБОРАТОРӢ МУАЙЯН КАРДАНИ НАМНОКИИ ҲАВО

Мақсади кор: Омӯхтани муайян кардани намнокии ҳаво дар таҷриба.

Чиҳозҳои лозимӣ: Психрометри Август (ё ки дуто термометри якхела) зарфи обдор ва дока.

Пеш аз иҷрои кори лабораторӣ чадвали зеринро кашед.

№	t , С	t_n , С	Δt , С	φ , %	ρ , г/м ³
1					
2					
3					

Тартиби иҷрои кор

1. Ба зарфчаи термометр об рехта 4-5 дақиқа нигарон шавед.
2. Нишондодҳои термометрҳои хушк t ва нам t_n -ро навишта гиред.
3. Фарқи нишондодҳои термометрҳои хушк ва намро, яъне: $\Delta t = t - t_n$ -ро ҳисоб кунед.
4. Аз чадвали психрометрӣ ба нишондоди термометри хушк t ва ба Δt намнокии мувофиқ омадаро ба ҳисоб гиред (дар саҳифаи 121 чадвали психрометрӣ дода шудааст).
5. Аз чадвали дар саҳифаи 120 додашуда истифода бурда, намнокии мутлақро аниқ кунед.
6. Натиҷаҳои таҷрибаро ба чадвал нависед.

Эзоҳ: Дар чиҳозҳои омӯзиши лабораторӣ психрометри Август набуда, фақат термометр бошад, аз онҳо таҷҳизоти психрометрӣ сохтан мумкин. Агар фақат якто термометр бошад, дар ин ҳол аввал ҳарорати хонаро чен мекунед. Пас аз ин резервуари термометрро бо матои тар (докаи бинт) печонида, як қисми маторо ба зарфи обдор меғўтонем. Баъди гузаштани 5-6 дақиқа нишондоди термометрро навишта мегиред. Дар асоси натиҷаҳои гирифтаатон намнокии нисбии ҳаворо ҳисоб мекунед.



1. Усули муайян кардани намнокии нисбии ҳаворо гуфта диҳед.
2. Дар асоси натиҷаҳои таҷриба намнокии мутлақи хона чӣ хел ҳисоб карда мешавад?

§ 43. ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Масъалаи 1. Дар ҳарорати $16\text{ }^\circ\text{C}$ намнокии нисбии ҳаво 70% ро ташкил карда бошад, намнокии мутлақ чӣ хел мешавад. Дар ҳарорати $16\text{ }^\circ\text{C}$ зичии буғи сери об ба $13,6\text{ г/м}^3$ баробар аст.

<p>Дода шудааст: $t = 16\text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi = 70\%$ $\rho_t = 13,6\text{ г/м}^3$.</p>	<p>Формулааш: $\varphi = \frac{\rho}{\rho_t} \cdot 100\%;$ $\rho = \frac{\varphi \cdot \rho_t}{100\%}$.</p>	<p>Ҳисобкунӣ: $\rho = 0,7 \cdot 13,6\text{ г/м}^3 = 9,52\text{ г/м}^3$.</p>
<p>Ёфтан лозим: $\rho = ?$</p>	<p>$[\rho] = \frac{\varphi \cdot \rho_t}{100\%} = \frac{\%}{\%} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.</p>	<p>Ҷавоб: $\rho = 9,52\text{ г/м}^3$.</p>

Масъалаи 2. Дар ҳарорати $17\text{ }^\circ\text{C}$ фишори буғи оби ҳаво ба 2 кПа баробар бошад, намнокии мутлақ ба чӣ баробар аст?

<p>Дода шудааст: $t = 17\text{ }^\circ\text{C}$ $T = 290\text{ К}$ $p = 2 \cdot 10^3\text{ Па}$ $M = 18 \cdot 10^{-3}\text{ кг/мол}$</p>	<p>Формулааш: $pV = \frac{m}{M}RT;$ $\frac{m}{V} = \frac{M p}{RT};$ $\rho = \frac{m}{V};$ $\rho = \frac{M p}{RT}$.</p>	<p>Ҳисобкунӣ: $\rho = \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^3\text{ кг}}{8,31 \cdot 290\text{ м}^3} =$ $= 14,9 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.</p>
<p>Ёфтан лозим: $\rho = ?$</p>	<p>$[\rho] = \frac{\frac{\text{кг}}{\text{мол}} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}}{\frac{\text{м}^3}{\text{мол}} \cdot \text{К}} = \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}}{\text{Н} \cdot \text{м}} = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.</p>	<p>Ҷавоб: $\rho = 14,9\text{ г/м}^3$.</p>

Масъалаи 3. Дар ҳавои ҳарораташ $20\text{ }^\circ\text{C}$, қисми ҳарораташ $8\text{ }^\circ\text{C}$ буда ба араққунӣ сар мекунад. Намнокии нисбии ҳаворо ёбед Фишори буғи сершудаи об дар ҳарорати $8\text{ }^\circ\text{C}$ $1,06\text{ кПа}$, дар ҳарорати $20\text{ }^\circ\text{C}$ фишори буғи сери об баробари $2,33\text{ кПа}$ аст.

<p>Дода шудааст: $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ $t_2 = 8\text{ }^\circ\text{C}$ $p = 1,06\text{ кПа} = 1060\text{ Па}$ $p_0 = 2,33\text{ кПа} = 2330\text{ Па}$</p>	<p>Формулааш: $\varphi = \frac{p_p}{p_0} \cdot 100\%.$ $[\rho] = \frac{\text{Па}}{\text{Па}} \cdot \% = \%$.</p>	<p>Ҳисобкунӣ: $\varphi = \frac{1060}{2330} \cdot 100\% = 45,5\%$.</p>
<p>Ёфтан лозим: $\varphi = ?$</p>		<p>Ҷавоб: $\varphi = 45,5\%$.</p>



1. 5 кг оби дар ҳарорати чӯшиш бударо барои пурра ба буғ табдил додан чӣ қадар миқдори гармӣ лозим аст? Гармии хоси буғшавии об $2,3 \cdot 10^6$ Ҷ/кг
2. Буғи массааш 50 г конденсатсия шавад, чӣ қадар гармӣ хорич мешавад?
3. Дар ҳарорати 20°C дар 4 м^3 ҳаво 40 г буғи об бошад, намнокии нисбии ҳаво чӣ қадар аст? Дар ҳарорати 20°C зичии буғи сершудаи $17,3\text{ г/м}^3$ аст.
4. Дар ҳарорати 20°C фишори буғи об $1,54\text{ кПа}$ аст. Агар фишори буғи сери об дар ҳарорати 20°C $2,43\text{ кПа}$ бошад, намнокии нисбиро ёбед.
5. Дар ҳарорати 20°C зичии буғи оби дар ҳаво мавҷудбуда 17 г/м^3 —ро ташкил мекунад. Агар намнокии мутлақи ҳаво 11 г/м^3 бошад, намнокии нисбӣ чӣ қадар аст?
6. Дар ҳарорати 24°C намнокии нисбии ҳаво 50% бошад, намнокии мутлақ чӣ хел мешавад? Дар ҳарорати 24°C зичии буғи сери об $21,8\text{ г/м}^3$ аст
7. Термометри хушки психрометр 24°C , термометри нами он 19°C ро нишон медиҳад. Аз ҷадвали психрометрӣ истифода бурда намнокии нисбии ҳаворо аниқ кунед.

СУПОРИШҶОИ ТЕСТӢ ОИДИ ТАКРОРИ БОБИ IV

1. Дар кадом ҷавоб коэффитсиенти кашиши сатҳии моеъ дуруст дода шудааст?

- А) Ҷ·с; В) Ҷ/м; С) Ҷ/ м^3 ; Д) Н/м.

2. Дар найчаи капиллярии диаметраш $1,46\text{ мм}$ об ба кадом баландӣ мебарояд (см)? Коэффитсиенти кашиши сатҳии об ба 73 мН/м баробар аст.

- А) 4; В) 2; С) 1; Д) 0,7.

3. Об дар найчаи капиллярӣ ба $2,8\text{ см}$ баланд шуд. Диаметри найчаро ёбед (мм). Коэффитсиенти кашиши сатҳии обро $7 \cdot 10^2\text{ Н/м}$ гуфта ҳисоб кунед.

- А) 1; В) 2; С) 0,2; Д) 0,7.

4. Фарқи сатҳҳои баландии оби ду найчаҳои капиллярии диаметрҳояшон 2 ва 1 мм-ро ёбед (м). Коэффитсиенти кашиши сатҳии об 73 мН/м .

- А) $14,6 \cdot 10^{-3}$; В) $28,8 \cdot 10^{-3}$; С) $43,2 \cdot 10^{-3}$; Д) $57,6 \cdot 10^{-3}$.

5. Дар ҳарорати 20°C аз найчаи шишагини асмудӣ будаи диаметраш 1 мм қатраи об канда шуд. Вазнинии қатра ба чӣ баробар аст (мН)? Коэффитсиенти кашиши сатҳии об 73 мН/м аст.

- А) 0,11; В) 0,32; С) 0,50; Д) 0,23.

6. Дар найчаи капиллярии дар сатҳи Замин буда, об ба 12 мм бардошта шуд. Агар дар Моҳ шитоби афтиши озод нисбат ба Замин 6 маротиба

хурд буданаш маълум бошад, дар Моҳ дар ин найча об ба кадом баландӣ бардошта мешавад (мм)?

A) 134; B) 36; C) 72; D) 24.

7. Модули чандирӣ (Юнг) бо кадом воҳид чен карда мешавад?

A) Н/м; B) Н·м; C) Па·м D) Па.

8. Сим бо таъсири бор 1,5 мм ёзида бошад, ба ҳамин гуна сими дарозиаш 3 маротиба зиёд ҳамин борро овозем, вай чӣ қадар меёзад (мм)?

A) 4; B) 2,25; C) 3; D) 4,5.

9. Ба сими дарозиаш 1,2 м бурриши арзиаш 1,5 мм² чӣ гуна қувва гузошта шавад, вай 2 мм меёзад? Модули Юнг барои ин сим 180 ГПа.

A) 260; B) 225; C) 130; D) 450.

10. Ба нӯгҳои сими пӯлодин $8 \cdot 10^7$ Па шиддати механикӣ гузorem, дарозшавии нисбӣ чӣ қадар мешавад? Модули Юнг 200 ГПа аст.

A) $4 \cdot 10^{-4}$; B) $4 \cdot 10^{-2}$; C) $2 \cdot 10^{-3}$; D) $5 \cdot 10^{-3}$.

11. Пас аз ба гудозиш саркунии қисми кристаллӣ ҳарорати он то пурра гудохта шудан чӣ гуна тағйир меёбад?

A) меафзояд; B) кам мешавад;
C) тағйир намеёбад; D) дар аввал зиёд, пас кам мешавад.

12. Ях дар ҳарорати 0 °C об шуда истодааст. Дар ин энергия фуру бурда мешавад ё ки хориҷ мегардад?

A) фуру бурда мешавад; B) хориҷ мегардад;
C) фуру ҳам намебарад, хориҷ ҳам намешавад; D) ба массаи ях вобаста аст.

13. Об дар ҳарорати тағйирнопазирӣ 0 °C ба ях мубаддал мешавад. Дар ин ҳол энергия фуру бурда мешавад ё хориҷ мегардад?

A) фуру бурда мешавад; B) хориҷ мегардад; C) фуру ҳам намебарад, хориҷ ҳам намешавад; D) ҳангоми ҳосилшавии кристаллчаҳои аввалини ях хориҷ мешавад, пас аз он фуру мебарад.

14. Энергияи дохилии қисмҳои сатҳи кристаллӣ ҳангоми ҷараёни гудозиш дар ҳарорати тағйирнопазир чӣ гуна тағйир меёбад?

A) тағйир намеёбад; B) меафзояд;
C) кам мешавад; D) баъзан меафзояд ё кам мешавад.

15. Гармигунҷоиши хоси сахтшавиро нишон диҳед?

A) Ҷ/кг ; B) $\text{Ҷ/кг} \cdot \text{К}$; C) Ҷ/К ; D) Ҷ .

16. Барои пурра гудоختани 300 г ҷӯяни дар ҳарорати гудозиш буда, ба он чӣ қадар гармӣ додан лозим (кҶ)? Гармии хоси гудозиши ҷӯян 130 кҶ/кг аст.

A) 39; B) 43; C) 10; D) 26.

ХУЛОСАҲОИ МУҲИМ АЗ РӯИ БОБИ IV

Хосиятҳои моеъ	Моеъҳо ҳаҷми худро нигоҳ медоранд, лекин шакли худ надоранд. Моеъи ба зарф рехташуда шакли ҳамин зарфро мегирад. Моеъҳо хосияти ҷоришавӣ доранд.
Кашиши сатҳӣ	Кашиши сатҳӣ бо сабаби мавҷуд будани қувваҳои ба дохили моеъ самтдори молекулаҳои дар қабати сатҳи моеъ буда ҳосил мешавад.
Қувваи кашиши сатҳӣ	Қувваи кашиши сатҳӣ бо формулаи зерин аниқ карда мешавад: $F = \sigma l$
Энергияи сатҳӣ	Энергияи потенциалии зиёдатии тамоми молекулаҳои сатҳии моеъ энергияи сатҳӣ номида мешавад. Энергияи сатҳӣ бо формулаи зайл аниқ карда мешавад. $W = \sigma \cdot S$.
Таршавии сатҳи ҷисми сахт	Агар қувваи ҷозибаи байни молекулаҳои моеъ ва ҷисми сахт аз қувваи ҷозибаи мутақобили молекулаҳои моеъ калон бошад, моеъ сатҳи ҷисми сахтро тар мекунад.
Тарнашавии сатҳи ҷисми сахт	Агар қувваи ҷозибаи байни молекулаҳои моеъ ва ҷисми сахт аз қувваи ҷозибаи мутақобили молекулаҳои моеъ хурд бошад, моеъ сатҳи ҷисми сахтро тар намекунад.
Ходисаи капиллярӣ	Дар лӯла (найча)-ҳои борик – дар капилляр баландшавӣ ё пастшавии моеъ нисбат ба сатҳи моеъи зарфи васеъ ҳодисаи капиллярӣ номида мешавад.
Баландии моеъи дар капилляр бардошташуда (ё ки пастшуда)	Баландии моеъи пурра таркунанда дар капилляр ё ки чуқурии пастшавии моеъи пурра тарнакунанда бо формулаи зерин аниқ карда мешавад: $h = \frac{2\sigma}{\rho_m r g}$.
Ҷисмҳои кристаллӣ	Ҷисмҳои сахте, ки атом ё молекулаҳо дар фазо вазъиятҳои ботартиби муайянро гирифтаанд, ҷисмҳои кристаллӣ номида мешавад.
Анизотропия	Вобастагии хосиятҳои физикии ҷисм ба самтҳои он, анизотропия номида мешавад. Ҷисмҳои кристаллӣ соҳиби хосияти анизотропианд.
Поликристалл	Ҷисми аз кристаллҷаҳои бисёри нисбат ба якдигар дар ҳолати бетартиб ташкилёфта, ҷисми кристаллӣ номида мешавад.
Монокристалл	Агар ҷисм аз кристалли яклухта иборат бошад, ин гуна ҷисмро, монокристалл меноманд.

Изотропия	Хосиятҳои физикии ҷисмҳои аморфӣ дар ҳамаи самтҳо як хел аст. Новобастагии хосиятҳои физикии ҷисм ба самтҳои дохилии он, изотропия номида мешавад. Ҷисмҳои аморфӣ соҳиби хосияти изотропианд.
Деформатсия	Тағйирёбии шакли ҷисми сахт бо таъсири қувваи беруна деформатсия номида мешавад.
Деформатсияи чандирий	Пас аз қатъ ёфтани қувваи беруна ба ҳолати ибтидоии худ баргаштани ҷисм, деформатсияи чандирий номида мешавад.
Деформатсияи пластикӣ	Пас аз қатъ ёфтани қувваи беруна ба шакли ибтидоии худ барнагаштани ҷисм, деформатсияи пластикӣ номида мешавад.
Шиддати механикӣ	Бузургии физикие, ки аз ҷиҳати ададӣ ба қувваи таъсир кардаистодаии деформатсиякунанда бар воҳиди масоҳати бурриши арзии ҷисми деформатсияшуда баробар аст, шиддати механикӣ (σ) номида мешавад.
Гудозиши ҷисми кристаллӣ	Қараёни аз ҳолати сахтӣ ба ҳолати моеъ гузаштани модда гудозиш номида мешавад. Ҳарорате, ки дар он ҷисми кристаллӣ гудохта мешавад, ҳарорати гудозиши ин кристалл номида мешавад.
Бухоршавӣ	Аз ҳолати агрегатии сахтӣ ё ки моеъ ба ҳолати газӣ гузаштани моддаро бухоршавӣ меноманд.
Конденсатсия	Қараёни ба ҳолати моеъ ё сахт мубаддалшавии буғ конденсатсия номида мешавад.
Чӯшиш	Қараёни ҳосилшавии буғ дар тамоми ҳаҷми моеъ чӯшиш номида мешавад.
Буғи сершуда	Буғе, ки моеъи худ дар ҳолати мувозинатӣ динамикӣ аст, буғи сершуда меноманд.
Намнокии нисбии ҳаво	Нисбати намнокии мутлақи буғи оби ҳарораташ 1 м^3 -и дар ҳаво мавҷуд буда, бар зичии буғи сершуда дар ҳамин ҳарорат, ки бо фоизҳо гирифта шудааст, намнокии нисбии ҳаво номида мешавад, яъне: $\rho = \frac{m}{V}$.

ОПТИКА

Дар қисми «*Оптика*»-и физика табиати рушноӣ, қонуниятҳои ҳодисаҳои рушноӣ, таъсири байниҷадигарии рӯшноӣ бо моддаҳо омӯхта мешавад. «Оптика» калимаи юнонӣ буда (оптикос) маънои биниширо бо моддаҳо ифода мекунад.

Аз вақтҳои қадим *ростхатта паҳн шудани рӯшноӣ* дар Мисри қадим маълум буд ва аз он дар қорҳои бинокорӣ истифода бурдаанд. Дар оинаи ҳамвор ҳосилшавии тасвириро дар асри III пеш аз мелод олимони юнон *Аристотел, Платон, Евклид* омӯхтаанд.

Дар асрҳои миёна олимони сарзаминамон *Берунӣ, Сино, Улугбек, Алӣ Қушчӣ* ва дигарон *ростхатта паҳншавии рӯшноӣ*, хусуфи Офтоб ва Моҳ ҳосил шудани рангинкамнро омӯхтаанд.

Дар солҳои 1620 – 1630 олими нидерланд Виллебрад Шеллиус ва олими франсуз Рене Декарт қонуни шикасти рӯшноиро ифода намуданд. Дар соли 1672 Роберт Гук дар чамъомадишоҳонаи Англия бо маърузаи худ фикри (гепотезаи) рӯшноӣ чун мавҷи арзӣ густариш меёбад баён кард. Дар соли 1690 физики голланд Христион Гюйгенс назарияи мавҷи қаддӣ рӯшноиро бунёд кард. Он дар асоси ин назария ба яқдигар монандии ҳодисаҳои акустикӣ ва оптикӣ эзоҳ дод, инчунин инъикоси рӯшноӣ дар сарҳади ду муҳит ва дар мисоли шикасти рӯшноӣ дар сарҳади ду муҳим маънидод намуд.

Аз тарафи олимони дунё қорҳои тадқиқотӣ дар ҳамаи ҷабҳаҳои оптика бо миқёси қалон давом додашуда ба натиҷаҳои сазовор соҳиб шуданд. Офаридани асбобҳои оптикӣ мисли аппаратҳои проексионӣ, микроскоп, фотоаппарат, телескоп, бинокл, раванкҷобӣ ва ба вучуд омадани соҳаҳои мисли *фотография, телевидения, рентгенография, физикаи лазерӣ, нахи оптикӣ, гелиотехника* натиҷаи қорҳои тадқиқотии соҳаҳои оптика аст.

Дар Ўзбекистон ҳам дар соҳаҳои замонавии оптика қорҳои тадқиқотии ҷолиби диққат бурда истода, ба тараққиёти фан ва техника саҳми муносиб гузошта истодаанд. Дар иттиҳоди илмӣ «Физика - Офтоб» оиди истифодаи энергияи Офтоб қорҳои тадқиқотии васеъсоҳа бурда истодаанд ва дар амал тадқиқи худро ёфта истодаанд.



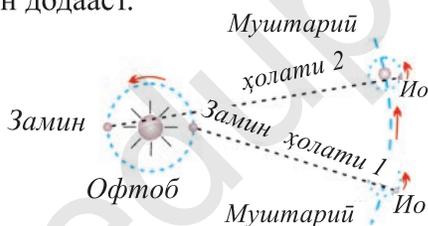
БОБИ V ҚОНУНҲОИ ПАҲНШАВИИ РЎШНОИ АСБОБҲОИ ОПТИКӢ

§ 44. МУАЙЯН КАРДАНИ СУРЪАТИ РЎШНОИ

Шабона чароғи электрикии хонаро даргиронем дар яклаҳза гувоҳи равшан шудани хона мешавем. Дар дастамон асбоби ченкунии вақт (секундомер), тасмаи ченкунӣ бошад ҳам мо суръати паҳншавии (густариши) рӯшноиро чен карда наметавонем. Аммо аз тарафи олимон якчанд усули чен кардани суръати рӯшноӣ омӯхта шудааст.

Усули астрономии чен кардани суръати рӯшноӣ

Усули астрономии чен кардани суръати рӯшноӣ олими даниягӣ **Олаф Рёмер** соли 1676 чен намуд. Вай дар асоси ба сояи Юпитер (Муштарӣ) даромадан ва баромадани ҳамсафари он «Io», яъне хусуфи он суръати рӯшноиро аниқ намуд. Мушоҳидаҳои астраноми Замин ба Муштарӣ дар ҳолати аз ҷама наздиктарин будан (расми 61, ҳолати 1) аз даври тақроршавии миёнаи хусуфи ҳамсафараш Ио тахминан 11 дақиқа пеш, дар ҳолат аз ҷама дуртарини Замин аз Муштарӣ бошад (ҳолати 2) тахминан 11 дақиқа дертар сар шуданаширо нишон додааст.



Расми 61.

Дар ин чо ...11 дақиқа +11дақиқа = 22 дақиқа. Рёмер ин вақтро вақти орбитаи Заминро бурида гузаштани рӯшноӣ гуфта фаҳмонид. Диаметри мадри даврзании Замин дар гирди Офтоб $D=284\,000\,000$ км гуфта гирифта, аз $c=D/t$ суръати рӯшноиро аниқ намуд.

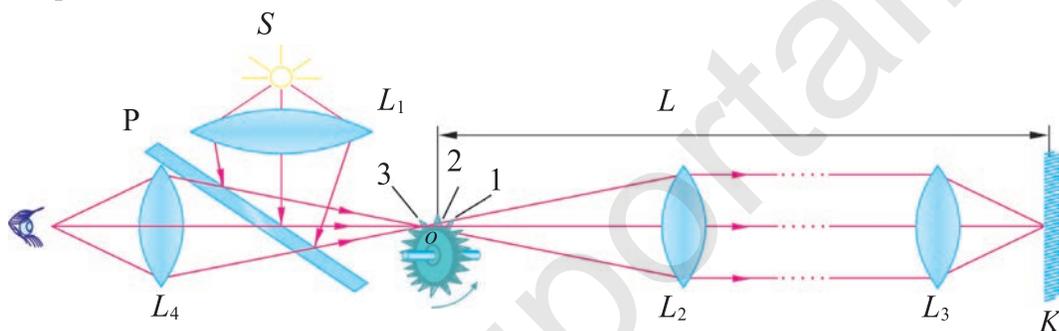


Дар соли 1676 Рёмер яқумин шуда, суръати рӯшноиро аниқ кардааст. Қимати он тақрибан баробари 215 000 000 м/с шуда баромадааст.

Қимати суръати рӯшноии аз тарафи Рёмер аниқ карда аз қимати аниқи ҳозира тафовути калон дошта бошад, ҳам ин натиҷа дар ҳамон давр навигарии бениҳоят калон буд. Рёмер-бо ин яқум ин, ки рӯшноӣ ба суръати маҳдуд соҳиб буданаширо дар таҷриба исбот намуд. Дуюм ин, ки басо калон будани суръати рӯшноиро муайян кард. Таҷҳизоти таҷрибаи Физо дар расми 62 тасвир карда шудааст.

Таҷрибаи Физо

Аз байн пас аз 173 сол гузаштан, соли 1849 физики франсуз **Физо** бо роҳи таҷриба барои аниқтар чен кардани суръати рӯшноӣ ба муваффақият сазовор шуд. Нурҳои аз линзаи L_1 -и ба роҳи манбаи рӯшноӣ S гузошташуда гузашта аз лавҳаи шишагини ҳамвор P инъикос шуда, ба нуктаи O чамъ мешавад. Ба ҳамин нукта чархи дандонадор шинонида, аз байни дандонаҳои он нури рӯшноиро гузаронида шудааст (расми 73). Нури аз чарх гузашта бо ёрии линзаи L_2 параллел равана карда шудааст. Дар масофаи басо дур ба роҳи нурҳои уфуқӣ, ки линзаи L_3 гузашта шудааст, ба оинаи ҳамвори O нурҳоро чамъ карда медеҳад. Нурҳои аз оина инъикосшуда бо роҳи омади худ аз байни дандонаҳои чарх гузашта, ба воситаи лавҳаи шишагин P ва линзаи L_4 ба чашми мушоҳид меафтад.



Расми 62.

Ҳангоми охира давр занонидани чарх нури инъикосшуда ба мушоҳид афтидааст. Суръати даврзании чархро зиёд карда рафта мегиранд. Мавриди ба ягон суръати маълум расидан нур ба мушоҳид нопадид гаштааст. Ба ин сабаб он аст, ки то инъикос шуда омадани нури аз байни дандонаҳои чарх гузашта ҳамин дандонаҳо ба ягон кунҷи маълум тоб хӯрда роҳи нурро мегиранд.

Ҳангоми ба ягон суръати кунҷии маълуми ω расидани даврзании чарх нур ба мушоҳид намудор шудан мегирад.

Чарх бо ҳамин суръат давр зада истад, намоёншавии нури инъикосшуда давом ёфта мегирад. Ба ин сабаб, нури аз байни дандонаҳои 1 ва 2 гузашта то баргашта омадан ҷои дандонаи 1-ро дандонаи 2, ҷои дандонаи 2-ро дандонаи 3 ишғол мекунад. Дар натиҷа нурҳои инъикосшуда аз байни дандонаҳои 2 ва 3 мегузарад.

Физо дар ҳолати донистани басомади ν ($\nu = 12,67 \text{ s}^{-1}$) даврзании чарх, адади дандонаҳо $c = 4 N / \nu$ масофа аз чарх то l ($l = 8,6 \text{ км}$) оина суръати рӯшноиро бо ифодаи аниқ намуд.



Дар таҷрибаи Физо суръати рӯшноӣ ба 313 300 000 м/с баробар баромадааст.

Пас аз таҷрибаҳои Физо ҳам барои боз ҳам аниқтар чен кардани суръати рӯшноӣ олимони кӯшиш намудаанд. Аз онҳо физики «франсуз **А. Фуко** (1819-1868) соли 1862 ба ҷои ҷарҳи дандонадори таҷрибаи Физо оинаҳои даврзананда гузошта суръати рӯшноиро муайян намуд ва қимати 298 000 000 м/с-ро гирифт.

«Физики америқоӣ **А. Майкелсон** (1852-1931) дар соли 1927 таҷрибаи Фукаро тақмил дода, барои суръати рӯшноӣ муваффақ шуд, ки қимати 299 796 000 м/с - ро гирад.



Дар асоси маълумотҳои ҳозира суръати рӯшноӣ дар вакуум ба 299 792 458 м/с баробар аст.

Ба ин гуна қимати саҳеҳи рӯшноӣ асос намуда, соли 1983 Сарассамблеяи ченак ва тарозуҳои Байналҳалқӣ таърифи нави метрро чунин қабул кардааст: «**Метр** - ин ба роҳи тайкардаи рӯшноӣ дар вакуум дар интервали вақти 1/299 792 458 с баробар аст».

Муайян кардани суръати рӯшноӣ барои донишмандони табиати рӯшноӣ кӯмак расонид. Дар амал ҳеҷ ягон қисме бо суръати аз суръати вакуумии рӯшноӣ қалон ҳаракат карда наметавонад.

Суръати паҳншавии рӯшноӣ дар вакуумро бо ҳарфи латинии *c* ишора кардан қабул шудааст (латинии - *celeritas* –*резлик*). Суръати рӯшноиро яқлухт намуда $c = 3 \cdot 10^8$ м/с гуфта мегирем.



1. Суръати рӯшноӣ бо усули астрономӣ чӣ тавр чен карда шуданаширо фаҳмонида диҳед.
2. Дар ченкунии суръати рӯшноӣ қорҳои Рёмер чӣ гуна аҳамият дорад?
3. Дар аниққунии суръати рӯшноӣ таҷрибаи Физо аз чӣ иборат аст?
4. Таҷрибаи Фуко ва Майкелсон аз таҷрибаи Физо чӣ хел тафовут дорад?
5. Қимати аниқшудаи қимати ҳозираи суръати рӯшноӣ ба чӣ баробар аст?



1. Аз Замин то Офтоб масофаи миёна 149,6 млн км, аз Муштарӣ то Офтоб 778,3 млн км аст. Дар ҳолати байни Офтобу Муштарӣ будани Замин нури аз Муштарӣ инъикосшуда дар чӣ қадар вақт ба Замин омада мерасад?
2. Нури Офтоб дар чӣ қадар вақт ба Замин омада мерасад? Масофаи байни Замин ва Моҳ 384 ҳазор км бошад. нури рӯшноӣ аз Моҳ дар чӣ қадар вақт расида меояд? .
3. Нури ситораи аз ҳама наздиктарини қайҳон ба Замин тахминан дар 4 солу 4 моҳ омада мерасад. Масофаи байни Замин ва ситораи наздиктаринро ҳисоб кунед.

§ 45 ҚОНУНҲОИ ИНЪИКОС ВА ШИКАСТИ РЎШНОӢ

Нури рӯшноӣ

Ба роҳи шуӯи аз манбаъ баромада роғаи хурде гузошта, дастаи шуӯи рӯшноӣ мушоҳида карда шавад, аз рӯи ҳати рост паҳн шудани онро мебинем. Дар самти густариши рӯшноӣ, энергияи рӯшноӣ ҳам мекӯчад.



Дар нуктаи ихтиёрии фазо ҳати геометрии самтҳояш бо самти кӯчиши энергияи рӯшноӣ болои ҳам афтада, нури рӯшноӣ номида мешавад.

Аз ин рӯ, шуӯи рӯшноӣ мафҳуми геометрӣ аст. Қисми омӯзандаи қонунҳои паҳншавии рӯшноӣ, оптикаи геометрӣ номида мешавад. Бо роҳи таҷриба чор қонуни зерини оптикаи геометрии асоснок карда шудааст:

Аз рӯи ҳати рост паҳншавии рӯшноӣ:

Қонуни мустақилияти рӯшноӣ;

Қонуни инъикоси рӯшноӣ;

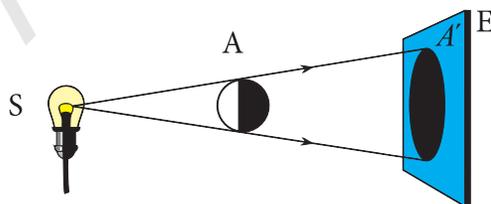
Қонуни шикасти рӯшноӣ.

Паҳншавии рӯшноӣ аз рӯи ҳати рост

Байни манбаи рӯшноӣ S ва экран ҳисми A -ро мегузorem (расми 63).

Аз сабаби рӯшноӣ аз руи ҳати рост паҳн шуда истодаанаш ҳисми A - садди роҳи шуӯи рӯшноӣ мегардад. Дар натиҷа дар қафои ин ҳисм сояи шакли конуси сарббурида ҳосил мешавад. Ба ягон нуктаи дохили ин конуси сарббурида рӯшноӣ аз манбаи S омадаистода намеафтад. Аз ин сабаб дар экрани E ба меҳвари ин гуна конус амудӣ гузошташуда A' , сояи ҳисми A ҳосил мешавад. Аз ин паҳншавии ростхаттаи рӯшноӣ мушоҳида мешавад. Аз ин рӯ, паҳншавии ростхаттаи рӯшноӣ мушоҳида мегардад.

Дар натиҷаи паҳншавии ростхаттаи рӯшноӣ сояҳо ҳосил мешавад.



Расми 63.

Мустақилияти рӯшноӣ

Ба синфҳона ё бинои қалон барои хуб равшан кардан якҷанд манбаъҳои рӯшноӣ шинонида мешаванд. Ҳангоми қори онҳо аз ҳар яки он шуӯи рӯшноӣ афканда мешавад ва ба атроф густариш меёбад.

Мавриди буридаи шуӯҳои рӯшноӣ байни якдигар ҳеч гуна тасир нишон намедиханд. Ин ба ҳосияти мустақилии доро буданро нишон медиҳад.

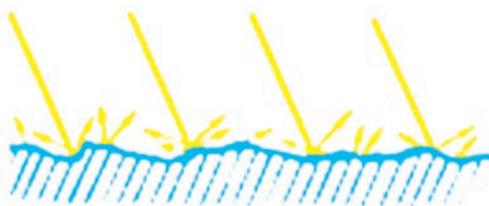
Инъикоси рӯшноӣ

Рӯшноӣ аз Офтоб, лампа ва манбаъҳои дигар ба девор, замин ва ашёҳои афтида аз онҳо инъикос мешавад. Пас аз ба чашмамон афтидани шуоъи инъикосшуда мо шакли он, ранги онро ҳис мекунем.

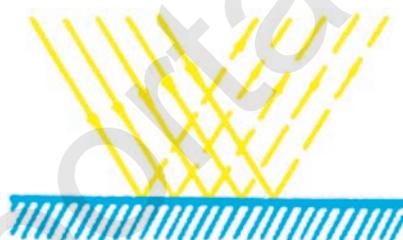
Агар сатҳ ноҳамвор бошад, дастаи шуоъ дар сарҳади сатҳ пош мехӯрад. Шуоъи аз сатҳ инъикосшуда дар самтҳои гуногун паҳн мешавад. Ин гуна инъикосшавии рӯшноӣ инъикоси пароканда (парокананда) ё ки инъикоси диффуз гуфта мешавад (расми 64).



Рӯшноӣ аз сатҳи дурушти носуфта пароканда инъикос мешавад.



Расми 64.

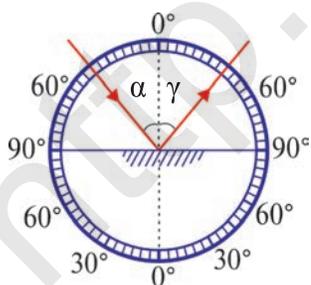


Расми 65.

Сатҳи суфтае, ки рӯшноиро хуб инъикос мекунад, оина гуфта мешавад. Агар сатҳи оина ҳамвор бошад, онро оинаи ҳамвор мегӯянд. Дастаи шуоъҳои ба оинаи ҳамвор мувозӣ (паралел) афтида пас аз инъикосшавӣ ҳам дар намуди дастаи шуоъҳои мувозӣ мемонанд (расми 65). Ин гуна инъикоси рӯшноӣ инъикоси ботартиб ё ки инъикоси оинавӣ гуфта қабул шудааст.



Агар сатҳ ҳамвор (суфта) бошад, аз ин гуна сатҳ рӯшноӣ оинавӣ инъикос мегардад.



Расми 66.

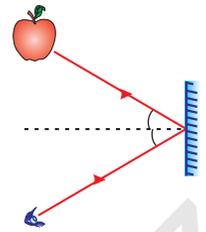
Инъикоси шуоъҳо аз сатҳ ба қонунҳои зерини инъикос тобеъ аст (расми 66):

1. Шуоъи афтида, шуоъи инъикосшуда ва хати амудие, ки ба нуқтаи афтиши нур ба сарҳади ду муҳит гузаронида шудааст, дар як ҳамворӣ мехобанд.

2. Қунҷи инъикос γ ба қунҷи афтиш 2 баробар аст, яъне:

$$\alpha = \gamma. \quad (1)$$

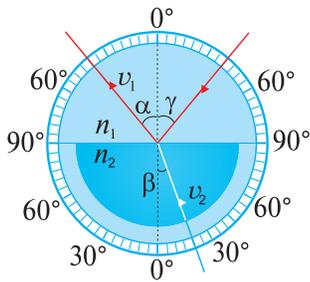
Бо ёрии оинаи ҳамвор дидани акси ягон чиз ба қонуни инъикоси рӯшноӣ асос карда шудааст (расми 67).



Расми 67.

Қонуни шикасти рӯшноӣ

Дастаи нури рӯшноӣ аз сатҳи моддаҳои шаффоф шиша, об ва ғайраҳо ҳам инъикос мегардад, ҳам мешиканад. Шикасти шуоъ дар сарҳади ду муҳит ба қонуни шикасти зерин итоат мекунад (расми 68).



Расми 68.

1. Шуоъ (нур)-и афтида, шуоъи шикаста ва хати амудии ба нуқтаи афтиш дар сарҳади ду муҳит гузаронидашуда дар як ҳамворӣ меҳобад.

2. Нисбати синуси кунҷи афтиш бар синуси кунҷи шикаст барои ду муҳити додашуда бузургии собит (доимӣ) мебошад.

Ин бузургии собит n_{21} қобилияти шуоъшикании нисбии муҳити дуюм нисбат бар муҳити якум гуфта шуда, ин тавр ифода меёбад:

$$n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}. \quad (2)$$

дар инҷо α - кунҷи афтиши шуоъ n_{21} - кунҷи шикасти шуоъ.

Дар ҳолатҳои бисёр ба ҷои қобилияти шуоъшикании нисбӣ, қобилияти шуоъшикании мутлақро истифода мебаранд. Қобилияти шуоъшикании мутлақи модда n чунин ифода карда мешавад.

$$n = \frac{c}{v}. \quad (3)$$

дар ин ҷо $c = 3 \cdot 10^8$ м/с- суръати рӯшноӣ дар вакуум v - суръати рӯшноӣ дар моддаи додашуда. Суръати рӯшноӣ дар баъзе моддаҳо (v) ва қобилияти шуоъшикании мутлақи ин моддаҳо (n) дар ҷадвал дода шудааст.

№	Модда	$v, 10^8$ м/с	n	№	Модда	$v, 10^8$ м/с	n
1	Ях	2,29	1,31	4	Кварс	1,95	1,54
2	Об (20° С)	2,25	1,33	5	Ёкут	1,70	1,76
3	Шиша	2,0	1,5	6	Алмос	1,24	2,42

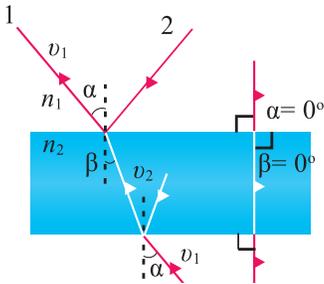
Суръати рӯшноии дар ҳаво бударо бо суръати дар вакуум буда, тақрибан баробар гуфта гирифтани мумкин. Барои ҳамин ҳам қобилияти шуоъшикании моддаҳоро дар амал нисбат ба вакуум набуда, балки нисбат ба ҳаво гирифта мешавад.

Агар дар муҳите, ки **шуоъ** меафтад суръати рӯшноӣ v_1 қобилияти шуоъшиканӣ n_1 дар муҳити шикасти нур суръати рӯшноӣ v_2 қобилияти шуоъшиканӣ n_2 бошад, муносибати зеринро навиштан мумкин:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}. \quad (4)$$

Қобилияти шуоъшикании муҳити шуоъафтада n_1 муҳите, ки мешиканад n_2 буданашро ба ҳисоб гирем, $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ мешавад. Дар ин ҳол формулаи (2)-ро ин тавр ифода кардан мумкин:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}. \quad (5)$$



Расми 69.

Мавриди гузаштани шуоъ аз муҳити қобилияти шуоъшиканиаш хурд ба муҳити қобилияти шуоъшиканиаш калон кунчи шикаст аз кунчи афтиш хурд мешавад. Дар акси ҳол кунчи шикаст аз кунчи афтиш калон мешавад. Ин шартро ин тавр ифода кардан мумкин аст: $n_2 > n_1$ $\beta < \alpha$ бошад, $n_2 < n_1$ бошад, $\beta > \alpha$.

Бигузур нури рӯшноӣ аз ҳаво ($n_1 = 1$) ба шиша ($n_2 = 1,5$) α а дар таҳти кунчи а афтада, аз он боз ба ҳаво гузарад (расми 69), шуоъ 1):

Дар ин ҳол ҳангоми нур аз шиша ба ҳаво гузаштан кунчи шикаст ҳам ба α баробар мешавад.

Дар сарҳади ду муҳит ҳангоми амудӣ афтидан, шуоъ намешиканад, кунчи афтиш $\alpha = 0^\circ$ ва кунчи шикаст $\beta = 0^\circ$ (шуоъи 2).

1. Шуоъи рӯшноӣ чист?
2. Сабаби инъикоси пароканандаи рӯшноӣ дар чист?
3. Паҳншавии рӯшноӣ ба кадом қонун асос карда шудааст?
4. Қонуни инъикоси рӯшноӣ аз чӣ иборат аст?
5. Сабаби шикасти шуоъи рӯшноӣ дар сарҳади муҳит чист?
6. Қонуни шикасти рӯшноиро таъриф диҳед.
7. Маънои физикии қобилияти шуоъшикании мутлақ аз чӣ иборат аст?
8. Барои чӣ рӯзона ситораҳоро намебинем?
9. Рӯшноиро ба воситаи шиша бинем, то ба чашми мо омадани шуоъ чанд маротиба мешиканад?
10. Рӯшноии Офтоб то ба мо расидан чанд маротиба мешиканад?
11. Қобилияти шуоъшиканӣ аз суръати нур чӣ ҳел аст?



1. Андаруни истакон тангае гузошта ба болои он об резед. Ба афзуда рафтани сатҳи оби истакон гӯё танга бардошта шудан мегирад. Сабаби инро шарҳ диҳед.

§ 46. ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Масъалаи 1. Ҳангоми гузаштани нури рӯшноӣ аз як муҳит ба муҳити дигар кунҷи афтиш 60° , кунҷи шикаст бошад, ба 30° баробар аст. Қобилияти шуъошикании муҳити дуҷум нисбат ба муҳити якум ба чӣ баробар аст?

Дода шудааст:

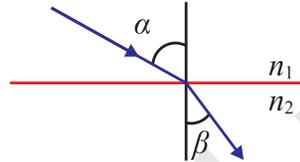
$$\alpha = 60^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

Ёфтаи лозим:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = ?$$

Нақшааш:



Формулааш:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Ҳисобкунӣ:

$$n_{21} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}$$

Ҷавоб: $n_{21} = \sqrt{3}$.

Масъалаи 2. Дар давоми ягон вақт мавҷи рӯшноӣ дар вакуум 45 см масофаро тай карда бошад, дар моеъ дар ҳамин вақт 30 см масофаро тай мекунад. Нишондиҳандаи шикасти ин моеъ ба чӣ баробар аст?

Дода шудааст:

$$n_1 = 1$$

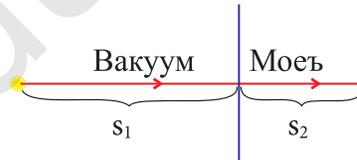
$$s_1 = 45 \text{ см}$$

$$s_2 = 30 \text{ см}$$

Ёфтаи лозим:

$$n_2 = ?$$

Нақшааш:



Формулааш:

$$v_1 = \frac{c}{n_1} \quad \text{va} \quad v_2 = \frac{c}{n_2}$$

$$v_1 \cdot n_1 = v_2 \cdot n_2 \quad v_1 = \frac{s_1}{t} \quad v_2 = \frac{s_2}{t}$$

$$\frac{s_1}{t} \cdot n_1 = \frac{s_2}{t} \cdot n_2 \quad n_2 = \frac{s_1 \cdot n_1}{s_2}$$

Ҳисобкунӣ:

$$n_2 = \frac{45 \text{ см} \cdot 1}{30 \text{ см}} = 1,5$$

Ҷавоб: $n_2 = 1,5$.

Масъалаи 3. Шуоъи рӯшноӣ аз муҳити якум ба муҳити дуюм таҳти кунҷи 45° афтида, ба муҳити дуюм таҳти кунҷи 30° шикаста мегузарад. Қобилияти шуоъшикании мутлақи муҳити якум ба $\sqrt{2}$ баробар бошад, суръати рӯшноӣ дар муҳити дуюм ба чӣ баробар аст?

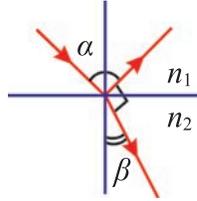
Дода шудааст:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$n_1 = \sqrt{2}$$

Нақшааш:



Ёфтаи лозим:

$$v_2 = ?$$

Формулааш:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \quad n_2 = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \cdot n_1$$

$$v_2 = \frac{c}{n_2}$$

Ҳисобкунӣ:

$$n_2 = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} \cdot \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}/2}{1/2} \cdot \sqrt{2} = 2$$

$$v_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м}}{2 \text{ с}} = 1,5 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

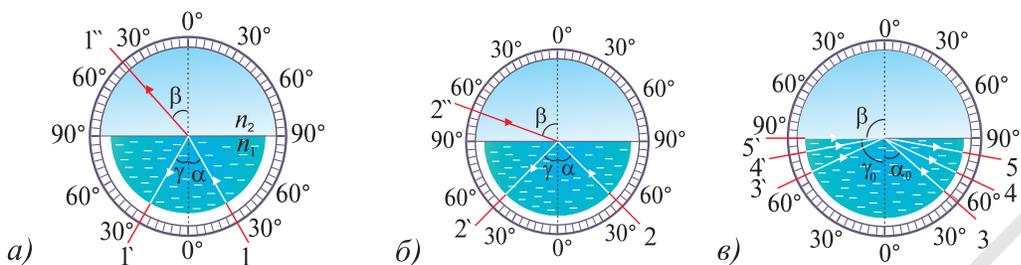
Ҷавоб: $v_2 = 1,5 \cdot 10^8 \text{ м/с}$



- Кунҷи байни шуоъи афтида ва инъикосшуда барои ба 70° баробар шуданаш ба оинаи ҳамвор шуоъ бояд таҳти кадом кунҷ афтад?
- Дар оинаи ҳамвор тасвири ашё оина дар масофаи 60 см ҳосил шавад, масофаи байни ашё ва тасвири он чӣ қадар аст?
- Дар муҳити қобилияти шуоъшикании мутлақаш баробари 2 буда рӯшноӣ бо кадом суръат паҳн мешавад?
- Кунҷи байни афтиш ва инъикоси шуоъи аз ҳаво ба шиша афтида баробари 60° аст. Агар қобилияти шуоъшикании шиша ба 1,5 баробар бошад, кунҷи шикаст чӣ хел мешавад?
- Шуоъ аз об ба шиша гузашта истодааст. Қобилияти шуоъшикании об 1,33 шиша 1,5 аст. Нисбати масофаҳои тайкардаи рӯшноӣ дар ин моддаҳо дар вақти баробар чӣ гуна мешаванд?

§ 47. ИНЪИКОСИ ПУРРАИ ДОХИЛӢ

Ҳангоми нури рӯшноӣ аз муҳити қобилияти шуоъшиканиаш калон ба муҳити қобилияти шуоъшиканиаш хурд афтидан, ҳодисаи аҷоибро мушоҳида кардан мумкин. Масалан, дастаи нури рӯшноиро аз дохили об ба ҳаво таҳти кунҷи d равона мекунем. Як қисми нур аз сарҳади муҳитҳо инъикос шуда, қисми боқимонда таҳти кунҷи β ба муҳити дуюм-ҳаво мегузарад (расми – 70 а).



Расми 70.

Азбаски қобилияти шуоъшйканиии шиша ($n_1 = 1,5$) аз ҳаво ($n_2 = 1$) калон аст, кунчи шикасти шуоъ β аз кунчи афтиш α калон мешавад.

Кунчи афтиши шуоъ калон шудан гирад, кунчи шикаст ба 90° наздик шудан мегирад. Кунчи шикастро бо ифодаи зерин муайян кардан мумкин аст:

$$\sin \beta = \frac{n_1}{n_2} \cdot \sin \alpha. \quad (1)$$

Масалан, $\alpha = 30^\circ$ будан $\beta \approx 42^\circ$ (расми 70 а), $\alpha = 40^\circ$ будан $\beta = 75^\circ$ (расми 70 б) аст. Кунчи афтиши шуоъро зиёд карда рафта, ба қимати маълуми ҳудудии $\alpha = \alpha_0$ расидан кунчи шикаст $\beta = 90^\circ$ шуда мемонад. (расми 70 в).

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}. \quad (2)$$

Кунчи ҳудудии нури аз шиша ба ҳаво афтандаро муайян мекунем:

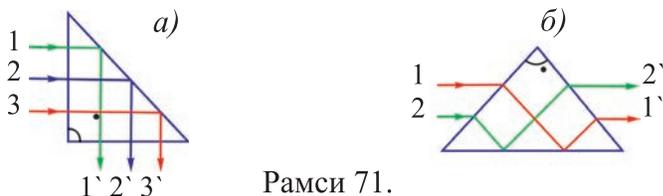
$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{1,5} \approx 0,667 \text{ аз ин } \alpha_0 \approx 42^\circ.$$

Дар ҳолатҳои ба қиматҳои дилхоҳи аз кунчи афтиш α_0 калон баробар будан, нури шикаста аз сарҳади ду муҳит ба дохили ҳамин муҳит пурра инъикос мегад, яъне **ҳодисаи инъикоси пурра** рӯй медеҳад.



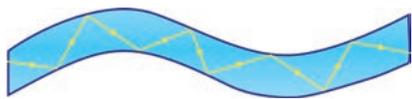
Мавриди раvon кардани шуоъ аз муҳити қобилияти шуоъшиканиаш калон ба муҳити қобилияти шуоъшиканиаш хурд дар ҳолати аз ягон кунчи маълум калон будани кунчи афтиш шуоъ аз сарҳади ду муҳит пурра инъикос мешавад.

Аз ҳодисаи инъикоси пурра барои ба ягон самт баргардонидан (расми 71 а) ё ки барои иваз кардани ҷойҳои дастаи шуоъҳо (расми 71 б) истифода мебаранд.



Расми 71.

Ҳодисаи инъикоси пурраи дохилӣ дар соҳаи ахборот ва технология васеъ истифода мешавад. Ин ҳодиса аз тарафи мутахассисони соҳаи алоҳидаи оптика, ки «Нахи оптикӣ» ном дорад, васеъ омӯхта мешавад. Дар ин тасвири оптикӣ ба воситаи кабелҳои нахҳои оптикӣ бо тартиби муайян ҷойгир кардашуда нақл мешавад.



Расми 72.

Гузашти нур аз ҳар як нахро чун тасвири расми 72 тасаввур кардан мумкин аст. Нах аз шишаи лӯлашакл ё ки дилаки пластикии қобилияти шуоъшиканиҳояшон аз якдигар фарқнок, инчунин аз танаи онҳоро печонида ташкил ёфтааст.

Қобилияти шуоъшикании дилак аз тана калон аст. Аз ин сабаб дар сарҳади дилак ва тана ҳодисаи инъикоси пурраи дохилии рӯшноӣ руй медеҳад.

Нури бо дохили дилак равонасохта берун нарафта, аз нӯги дуҷуми нах мебарояд.

Диаметри дилаки нах аз якчанд микрон то садҳо микрон, ғафсии тана аз даҳҳо микрон то садҳо микрон мерасад. Ҳамин тавр аз як нӯги кабели аз ҳазорҳо, миллионҳо нахҳо тайёркарда тасвир фиристонида шавад, аз нӯги дуҷуми он худи ҳамин тасвиrho қабул намудан мумкин. Тасвири ба воситаи кабелҳои шуоълӯла фиристонидашуда ба масофаҳои калон бо талафоти назарногир ва сифати баланд нақл мешавад.

Кабелҳои нахи нури (шуоълӯла)-и алоқа аз уқёнусҳои Ором ва Атлантика зериобӣ гузаронида шудааст. Дар вақти ҳозира ин кабелҳо Осиё ва Европаро бо қитъаи Америка, Европаро ба воситаи Ўзбекистон бо Хитой мепайванданд.

Оптикаи нахҳои нури дар тиббиёт ҳам васеъ истифода мешавад. Бо ёрии кабелҳои нахҳои нури дидани аъзоҳои дохилии одам, ба тасвир гирифтани мумкин аст.

Барои ин шуоълӯла ба воситаи сурхрӯда ба меъда дохил карда мешавад. Бо як нахи толаи кабел рӯшноӣ медеҳад, аз дуҷумаш рӯшноии аз деворҳои меъда инъикосёфта ро қабул мекунанд.



1. Ҳодисаи инъикоси пурраи дохилӣ чӣ хел руй медеҳад?
2. Дар шуоълӯлаҳо тасвир чӣ тавр нақл карда мешавад?
3. Оиди татбиқи инъикоси пурраи дохилӣ чӣҳо медонед?
4. Бо афзудани ҳарорати об қобилияти шуоъшикании он каме кам мешавад. Дар ин ҳол кунчи ҳудудии инъикоси пурраи дохилӣ чӣ хел тағйир меёбад?
5. Нисбат ба ҳаво қобилияти шуоъшикании об шиша ва алмос ба 1,33; 1,5 ва 2,42 баробар аст. Дар қадоме аз ин моддаҳо кунчи ҳудудии инъикоси пурраи дохилӣ хурд аст.
6. Шуоъ аз ҳаво ба об афтида истодааст. Дар ин оё ҳодисаи инъикоси пурраи дохилӣ мушоҳида намудан мумкин аст ?

§ 48. ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Масъалаш 1. Кунчи афтиши шуъи ба сарҳади ду муҳит афтида ҳангоми 30° будан, кунчи шикаст 45° буданаширо дониста, кунчи ҳудудии инъикаси пурраи дохилӣ ба чӣ баробар шуданаширо аниқ кунед.

Дода шудааст:

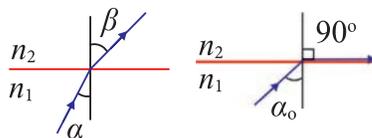
$$\alpha = 30^\circ$$

$$\beta = 45^\circ$$

Ёфтан лозим:

$$\alpha_0 = ?$$

Нақшааш:



Формулаш:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \quad \sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}.$$

Ҳисобкунӣ:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{1/2}{\sqrt{2}/2} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

Ҷавоб: $\alpha_0 = 45^\circ$.

Масъалаи 2. Кунъи ҳудудии инъикоси пурраи дохилӣ дар сарҳади шиша – ҳаво ба 37° баробар буданаширо дониста суръати рӯшноиро дар шиша аниқ кунед.

Дода шудааст

$$\alpha = 37^\circ$$

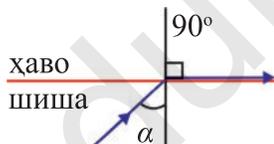
$$n_2 = 1$$

$$\beta = 90^\circ$$

Ёфтан лозим:

$$v_1 = ?$$

Нақшааш:



Формулааш:

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}; \quad n_1 = \frac{n_2}{\sin \alpha_0};$$

$$v_1 = \frac{c}{n_1} = \frac{c}{n_2} \cdot \sin \alpha_0.$$

Ҳисобкунӣ

Қимати кунчи 37° -и \sin -ро аз ҷадвал мегирем, яъне:
 $\sin 37^\circ \approx 0,6$

$$v_1 = \frac{3 \cdot 10^8}{1} \cdot \sin 37^\circ \approx \\ \approx 3 \cdot 10^8 \cdot 0,6 \approx 1,8 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

Ҷавоб: $v_1 = 1,8 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$

М
26

1. Дастаи шуъ аз об ($n = 1,33$) ба ҳаво гузошта истодааст. Барои рӯй додани инъикоси пурраи дохилӣ шуъи аз дохили об афтидаистода тахти кадом кунҷ бояд афтид?
2. Барои ёқут кунчи ҳудудии инъикоси пурраи дохилӣ баробари 34° аст. Қобилияти шуъшикании ёқутро муайн кунед.
3. Барои алмос қобилияти шуъшикани баробари 2 бошад, кунчи ҳудудии инъикоси пурраи дохилии нури рӯшноӣ барои алмос чӣ хел аст?

4. Ҳангоми шуоъ аз муҳити қобилияти шуоъшиканиаш 1,5 буда, ба муҳити дуум таҳти кунҷи 53° афтиданааш инъикоси пурраи дохилӣ мушоҳида мешавад. Қобилияти шуоъшиканиии муҳити дуумро ёбед.
5. Дастаи нур аз муҳит ба муҳити қобилияти шуоъшиканиаш 1,1 таҳти кунҷи 47° афтад, инъикоси пурраи дохилӣ мушоҳида мегардад. Қобилияти шуоъшиканиии муҳити якумро ёбед.

§ 49. КОРИ ЛАБОРАТОРӢ. МУАЙЯН КАРДАНИ ҚОБИЛИЯТИ ШУОЪШИКАНИИ ШИША

Мақсади кор: Омӯхтани муайянкунии қобилияти шуоъшиканиии шиша.

Ҷиҳозҳои лозимӣ: манбаи рӯшноӣ, монети сӯрохидор, призма (маншур) –и секунҷаи шишагин, ришта транспортир.

Тартиби иҷрои кор

1. Ба роҳи дастаи нур призмаи секунҷаи шиштагиро чун нишондоди расми 57 ҷойгир кунед. Кунҷи нӯги болоӣ α -ро навишта гиред (ин кунҷ дар призма навишта шудааст).

2. Призма гузошта шавад нур дар нуқтаи O мешиканад ва роҳи худро тағйир дода, ба кунҷи γ -ро бо ёрии транспортир чен намоед.

3. Барои ҳолати аз призмаи шишагини қобилияти шуоъшиканиаш n ба ҳаво гузаштан қонуни шикасти рӯшноиро чунин ифода кардан мумкин:

$$\frac{1}{n} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \gamma)} \quad (1) \quad \text{ё ки} \quad n = \frac{\sin(\alpha + \gamma)}{\sin \alpha} \quad (2)$$

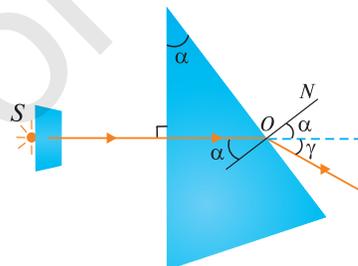
дар ин ҷо α -кунҷи афтиши нур ба сарҳади шиша ва ҳаво буда, бузургии он ба кунҷи болоии призма баробар. Қиматҳои α ва γ -ро ба формулаи (2) гузошта, қобилияти шуоъшиканиии шишаи додашударо муайян кунед.

4. Натиҷаи ченкунии ҷараёни таҷриба ва ҳисобкунӣро ба ҷадвал нависед.

№	α	$\sin \alpha$	γ	$\sin(\alpha + \gamma)$	n	$n_{\text{орт}}$
1						
2						

1. Роҳи нури рӯшноии дар таҷриба бударо таҳлил кунед, кунҷи афтиш ва шикастро нишон диҳед.

2. Ҷараёни таҷриба ва натиҷаҳоро таҳлил кунед.



Расми 73.

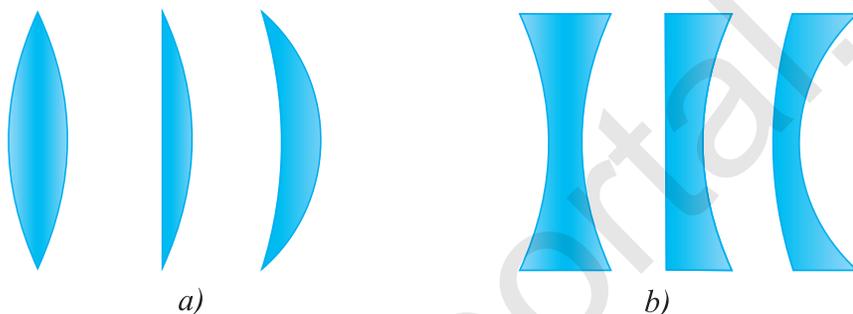
§ 50. ЛИНЗАҲО

Линзаҳои барҷаста ва фурӯҳамида



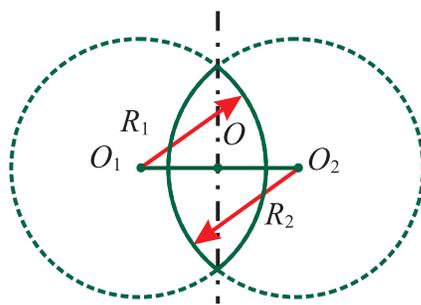
Қисми шаффофе, ки аз як ё ки ду тарафаш бо сатҳи сферикӣ маҳдуд карда шудааст, *линза* номида мешавад..

Линзаҳо барҷаста ё ки фурӯҳамида мешаванд. Қисми миёнааш нисбат ба қисми канорӣ ғафс бошад - *линзаи барҷаста*, тунук бошад - *фурӯҳамида* меноманд. Ҳар ду хели ин аз се намуд иборат аст (расми 74).



Расми 74.

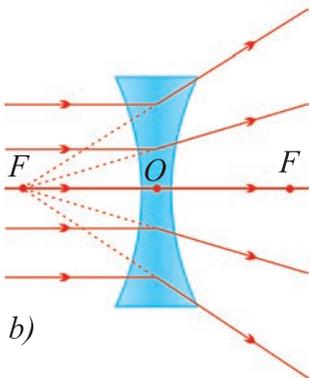
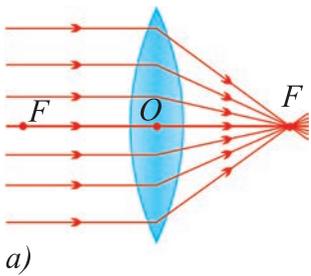
Сатҳи линзаи барҷастаро аз буриши байниқадигарии сфераҳои радиусҳояшон R_1 ва R_2 шудааст гуфта нигоҳ кардан мумкин (расми 75). Дар ин ҷо R_1 ва R_2 радиусҳои қачии линза. Хати ростии аз марказҳои O_2 ва O_1 -и сфераҳо гузарандаи O_1O_2 -ро *меҳвари оптикӣ* линза меноманд. Нуқтаи O -и мобайни линзаро, *маркази линза* меноманд.



Расми 75.

Агар ба линзаи барҷаста бо равиши параллели (уфукӣ) ба меҳвари оптикӣ линза нурҳо равона кунем, нурҳои аз линза гузашта дар як нуқта болоӣ “меҳвари оптикӣ-и”, линза ҷамъ мешавад (расми 76, а) Ана ҳамин нуқтаи ҷамъкунӣ F , *қонуни линза* номида мешавад. Азбаски линзаи барҷаста хусусияти ба як нуқта ҷамъкунии нурҳоро дорад, *линзаи ҷамъоваранда* ҳам меноманд.

Агар ба ҷои линзаи барҷаста ба линзаи фурӯҳамида нурҳо айнан ҳамин тавр равона карда шаванд, нурҳои аз линза баромада як хел ҳамвор пароканда мешаванд (расми 76, б). Бинобар ин линзаи фурӯҳамидаро, *линзаи парокананда* ҳам меноманд. Нурҳои аз линзаи парокананда гузашта, ба тарафи баръакс давом дода шаванд, онҳо дар як нуқтаи меҳвари оптикӣ бурида мешаванд. Ана ҳамин нуқтаи F , *қонуни мавҷуми* линзаи фурӯҳамида гуфта мешавад.



Расми 76.

Линзаҳо сохиби ду қонун буда, онҳо дар ду тарафи линза аз маркази оптикӣ он дар масофаи баробар меҳобанд. Масофаи аз маркази линза то қонун бударо, **масофаи қонунии** линза гуфта мешавад ва бо ҳарфи F ишора мекунад.

Бузургие, ки ба масофаи қонунии линза чаппа аст, қувваи оптикӣ линза меноманд ва бо ҳарфи D ишора мекунад.

$$\text{Яъне: } D = \frac{1}{F}, \quad (1)$$

Ба сифати воҳиди асосии қувваи оптикӣ диоптрия (1 дптр) қабул карда шудааст. Линза, ки масофаи қонуниаш 1м аст, қувваи оптикӣаш 1 диоптрия меноманд: 1 дптр=1/м.

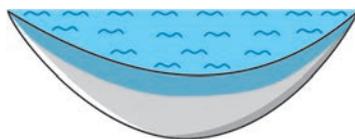
Дар линзаи ҷәмъоваранда қувваи оптикӣ мусбат, дар линзаи парокананда бошад манфӣ аст.

Радиуси қачигиаш R_1 ва R_2 ва масофаи қонунии линзаи қобилияти шуоъшиканиаш n бошад.

$$F = \frac{1}{(n-1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}. \quad (2)$$

Дар ин, нур аз ҳаво ба линза меафтад ва қобилияти шуоъшиканиии ҳаво ба 1 баробар гуфта гирифта мешавад.

1. Чӣ гуна ҳисм линза номида мешавад?
 2. Фарқи линзаи барҷаста ва фуруҳамида аз чӣ иборат аст?
 3. Чӣ гуна намудҳои линзаҳои барҷаста ва фуруҳамида мавҷуд аст?
 4. Меҳвари оптикӣ линза, қонуни он, қонуни мавҳуми он, масофаи қонунӣ, ҳамвори фокалӣ гуфта чиро меноманд? Онҳоро аз расми 76 нишон диҳед.
 5. Қувваи оптикӣ линза ҳисст? он ба кадом воҳид ифода карда мешавад?
1. Линзаҳои барҷаста ва пароканандаи дорои қувваи оптикӣ гуногун дода шудаанд. Кадоме аз онҳо қувваи оптикӣ калон доштанишонро чӣ тавр аниқ мекунад?

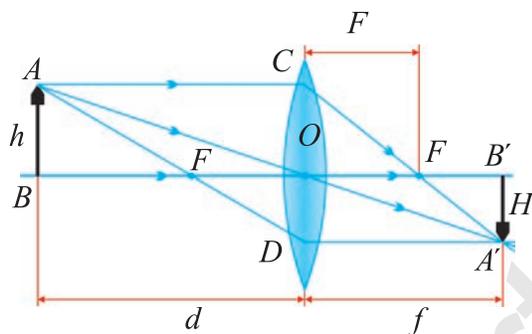


2. Линзаҳои ҷәмъоваранда ва пароканандаи қувваи оптикӣ ишон гуногун мавҷуд. Қувваи оптикӣ кадоме калон. Чӣ тавр аниқ мекунад?

§ 51. СОХТАНИ ТАСВИР БО ЁРИИ ЛИНЗАИ ТУНУК. СОХТАНИ ТАСВИР БО ЛИНЗА

Соҳтани тасвир бо линза

Ягон предмети AB аз линзаи чамъоваранда ба масофаи d гузошта шавад. (расми 77), тасвири он чӣ ҳел ҳосил мешавад? Барои соҳтани тасвири ҷисм (ашё) интихоби самтҳои зерини шуоъ ба мақсад мувофиқ аст.



Расми 77.

1. Нури (AC) -и ба меҳвари оптикии линза мувозиро мегирем. Пас аз дар линза шикаста гузаштани ин нур (CA') аз масофаи қонунии он мегузарад. (расми 77).

2. То ба линза афтидан шуоъи аз масофаи қонунии он гузашта (DA') гирифта мешавад.

Ин нур баъд аз линза гузаштан ба самти меҳвари оптикии линза мувозӣ (яъне нури DA) меравад.

3. Шуоъи аз меҳвари оптикии линза гузаронида (AO) гирифта мешавад. Ин нур пас аз линза гузаштан самти ибтидоии худро дигар намекунад (яъне OA).

Тасвири дар бурриши нурҳои аз линза гузашта ҳосилшуда, тасвири ҳақиқӣ ҳисоб мешавад. Тасвири (AB) бо ёрии линзаи дар расми 77 тасвирёфта гирифташуда тасвири чаппа ва ҳақиқӣ аст.

Формулаи линза

Формулаи линза вобастагии байни масофа аз ашё то линза f , масофа аз линза то тасвир F ва масофаи қонунии линзаро ифода мекунад, яъне

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad \text{ё ки} \quad D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (1)$$

Барои линзаҳои чамъоваранда бузургиҳои F , d , f асосан мусбат аст. Ашё аз линза дар масофаи $d < F$ бошад, f манфӣ шуда, тасвир мавҳум мешавад.

Калонкунии ҳаттии линза.



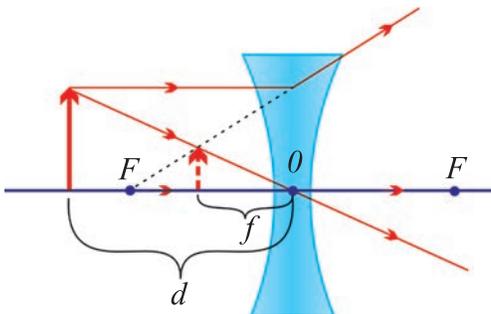
Нисбати андозаи тасвири ашё бар андозаи худ ифода мешавад.

Назар ба таъриф: $K = \frac{H}{h} = \frac{A'B'}{AB}$. Инчунин калонкунии хатти линза бо ма

софаи аз линза то тасвир (f) ва аз ашё то линза (d), ҳам аниқ карда мешавад, яъне $K = \frac{f}{d}$.

Агар $K > 1$ бошад, тасвири ашё дар линза калоншуда мешавад. $K < 1$ бошад тасвири хурдшуда аст.

Сохтани тасвир бо линзаи парокананда



Расми 78.

Сохтани тасвир бо линзаи парокананда дар расми 78 нақшаи гирифтани тасвири ашё бо линзаи парокананда нишон дода шудааст.

Аз расм аён аст, ки тасвир дар давоми нурҳои аз линза гузашта ҳосил мешавад. Аз ин рӯ, тасвир мавҳум ва тасвири рост аст.

Дар линзаҳои парокананда бошад ҳар доим f ва F манфӣ ва тасвир мавҳум мебошад. Формулаи линзаи па-

$$\text{рокананда: } -\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}. \quad (2)$$



1. Барои бо линза тасвир сохтан кадом нурҳо дархост мешавад?
2. Формулаи линза кадом бузургиҳоро бо ҳам вобаста мекунад?
3. Калонкунии хаттии ба воситаи кадом ифодаҳо муайян карда мешавад?
4. Дар линзаи чамъоваранда чӣ гуна тасвирҳо гирифтани мумкин?
5. Дар кадом ҳолат линзаи чамъоваранда тасвири мавҳум ҳосил мекунад?
6. Дар линзаи парокананда чӣ гуна тасвирҳо гирифтани мумкин.



Чадвалро пур кунед.

Линзаи чамъоваранда			
d	f	K	Шакли тасвир
$d = \infty$	$f = F$	$K < 1$ (хурдшуда)	Тасвири ҳақиқӣ, лекин нуқтамонанд ва дар масофаи қонунии линза ҷойгир аст.
$d > 2F$	$F < f < 2F$	$K < 1$ (хурдшуда)	тасвир ҳақиқӣ, лекин чаппа
$d = 2F$			
$F < d < 2F$			
$d < F$			

§ 52. ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҶО

Масъалаи 1. Ашё аз линзаи чамъоварандаи масофаи қонуниаш 7,5 см дар масофаи 10 см ҷойгир аст. Тасвири он аз линза дар кадом масофа ҳосил мешавад? Қалонкунии линза чӣ қадар аст?

Дода шудааст:

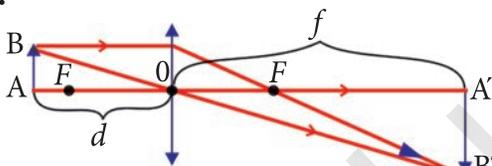
$$F = 7,5 \text{ см}$$

$$d = 10 \text{ см.}$$

Ёфтаи лозим:

$$f = ? \quad K = ?$$

Нақшааш:



Формулааш:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f};$$

$$f = \frac{d \cdot F}{d - F}.$$

$$K = \frac{f}{d} = \frac{F}{d - F}.$$

Ҳисобкунӣ:

$$f = \frac{d \cdot F}{d - F} = \frac{10 \cdot 7,5}{10 - 7,5} = 30 \text{ см.}$$

$$K = \frac{f}{d} = \frac{30 \text{ см}}{10 \text{ см}} = 3.$$

Ҷавоб : $f = 30 \text{ см}$, $K = 3$.

Масъалаи 2. Ашё аз линзаи чамъоваранда дар дурии сечанди масофаи қонунӣ истодааст. Андозаи ҳаттии тасвири он аз худаш чанд маротаба хурд мешавад?

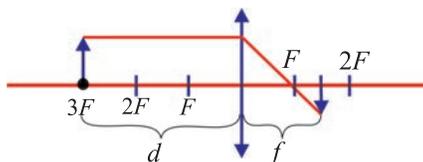
Дода шудааст:

$$d = 3 \cdot F$$

Ёфтаи лозим:

$$K = ?$$

Нақшааш:



Формулааш:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad f = \frac{d \cdot F}{d - F}$$

$$K = \frac{f}{d} = \frac{F}{d - F}$$

Ҳисобкунӣ:

$$K = \frac{F}{d - F} = \frac{F}{3F - F} = \frac{1}{2}.$$

Ҷавоб $K = \frac{1}{2}.$

Масъалаи 3. Линза тасвири мавҳуми 2 маротиба хурди ҷисми аз он дар масофаи 50 см ҷой гирифтаро ҳосил кард. Қувваи оптикӣ линзаро ёбед.

Дода шудааст:

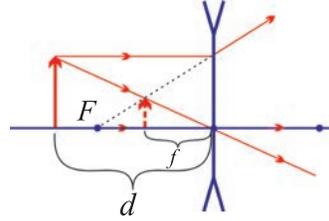
$$d = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$$

$$K = 1/2$$

Ёфтани лозим:

$$D = ?$$

Нақшааш:



Формулааш:

$$K = \frac{f}{d} \quad f = d \cdot K$$

$$D = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{d \cdot K} = \frac{K - 1}{d \cdot K}$$

Ҳисобкунӣ:

$$D = \frac{0,5 - 1}{0,5 \cdot 0,5} \text{ дптр} = -2 \text{ дптр.}$$

Ҷавоб: $D = -2$ дптр

M
27

1. Қувваи оптикӣ линзаи масофаи қонуниаш 40 см, 25 см, 10 см, - 10 см, -25 см, - 40 см бударо ёбед.

2. Қувваи оптикӣ линзаи ду тарафаш барҷастаи радиусҳои қачигӣ сатҳаш 20 см ва 25 см, ки аз шишаи қобиляти шуоъшиканиаш нисбат ба ҳаво 1,5 буда сохта шудааст, ёбед.

3. Тасвири предмети аз линзаи масофаи қонуниаш 10 см буда, ки дар дурии 15 см аз линза гузошта шудааст, дар кадом масофа аз линза ҳосил мешавад? Калонкунии линза ба чӣ баробар аст?

4. Мавриди иҷрои кори лабораторӣ хонанда дар экран тасвири шамъи фурузонро ҳосил намуд. Агар масофа аз шамъ то линза 15 см, аз линза то экран 60 см бошад, масофаи қонунӣ ва қувваи оптикӣ линзаро ёбед.

5. Аз линзаи ҷамъовардаи масофаи қонуниаш 50 см предмет дар кадом масофа ҷойгир карда шавад, тасвир 4 маротиба калон ҳосил мешавад?

6. Тасвири мавҳуми ашё аз линза дар масофаи 50 см ҳосил шуд. Агар аз ашё то линза масофа 20 см бошад, қувваи оптикӣ линзаро муайян кунед.

7. Тасвири мавҳуми ҷисми аз линзаи парокананда дар масофаи 1 м истода аз линза дар масофаи 25 см ҳосил шуд. Қувваи оптикӣ линза чӣ қадар будааст?

8. Дар экрани аз линзаи ҷамъоваранда дар дурии 1 м истода, тасвири 2 маротиба калоншудаи ашё ҳосил шуд. Қувваи оптикӣ линза чӣ қадар аст?

§ 53. КОРИ ЛАБОРАТОРӢ МУАЙЯН КАРДАНИ ҚУВВАИ ОПТИКИИ ЛИНЗА

Мақсади кор: Омӯхтани муайян кардани масофаи қонунӣ ва қувваи оптикии линза.

Чиҳозҳои лозимӣ: линзаи барҷаста, лампа, экран хаткаш.

Тартиби иҷрои кор

1. Ба рӯи миз лампаи электрикӣ, линза ва экранро чун нишондоди расми 79 ҷойгир кунед.

2. Лампаро ба ҷараён пайвандед. Экранро пешкафо кӯчонида, масофае, ки тасвири амиқи мӯяки лампа ҳосил мегардад, ёбед. Масофа аз предмет (лампа) d_1 ва масофа аз линза то тасвир (экран) f_1 а -ро чен кунед.

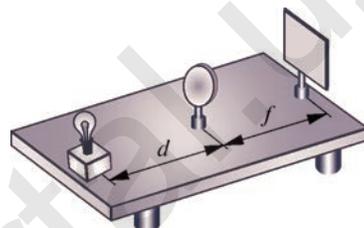
3. Масофаи байни линза ва лампаро ба d_2 ва d_3 тағйир дода таҷрибаро такрор намоед. Масофаи f_2 ва f_3 , ки дар экран тасвири аниқтарини мӯяки лампа ҳосил мешавад, чен кунед.

4. Аз формулаи линза истифода бурда, ба ҳар яки d ва f_1 , d_2 ва f_2 , d_3 ва f_3 -и аз таҷриба гирифташуда масофаи қонуни F , F_2 , F_3 -ро ҳисоб кунед.

5. Қимати миёнаро бо $F_m = (F_1 + F_2 + F_3) / 3$ ҳисоб кунед.

6. Аз рӯи формулаи $D = 1/F_m$ қувваи оптикии линзаро ҳисоб кунед.

7. Ченкуни ва натиҷаҳои ҳисобкуниро ба ҷадвали зерин нависед.



Расми 79.

№	d , м	f , м	F , м	$F_{\text{миён}}$, м	D , дптр
1					
2					
3					

8. Линзаро аз лампа дар масофаи $d = 2F$ гузored. Экранро пешкафо ҳаракат кунонида, дар он тасвири мӯяки лампаро ҳосил кунед.

9. Линзаро аз лампа дар ҳамин гуна масофа гузored, ки дар он шарти $F < d < 2F$ иҷро шавад. Экранро ҳаракат кунонида дар он тасвири мӯяки лампаро ҳосил кунед.

10. Линзаро аз лампа дар масофаи $d < F$ гузored. Дар экран тасвири мӯяки лампаро ҷустуҷӯ кунед. Боварӣ ҳосил кунед, ки дар қафои линза тасвир ҳосил нашудааст.



1. Дар таҷрибаҳои дар асоси бандҳои 8-9 гузаронидашуда тасвирҳое, ки дар экран ҳосил шудаанд аз якдигар бо чӣ фарқ мекунанд?

2. Аз чӣ сабаб дар таҷрибаи дар асоси банди 10 гузаронидашуда дар экран тасвир ҳосил нашуданаширо фаҳмонида диҳед.

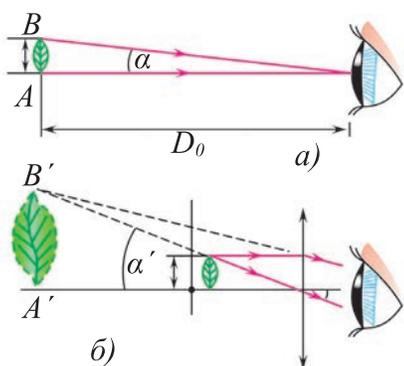
3. Натиҷаҳои таҷрибаро таҳлил кунед ва фикру мулоҳиза ронед.

§ 54. АСБОБҲОИ ОПТИКӢ

Лула



Лула - линзаи барҷастаи дугарафаест, ки кунҷи биниши предмети калон мекунад.



Расми 80.

Масофаи беҳтарини биниши чашмамон дар атрофи $D_0 = 25$ см мешавад. Бигузур ягон чизи бағоят майдаи сатҳи предмети AB -ро назардиди чашм. Масофа аз D_0 хурд шавад, чизҳои майдаи предмети пайхас намекунем.

Предмети AB -ро дар масофаи D_0 кунҷи биниши чашмамон баробари α' бошад (расми 80, а).

Байни чашмамон ва предмет лула гузorem, дар масофаи D_0 тасвири калоншудаи $A'B'$ -и предмети AB -ро мебинем (расми 80, б). Дар тасвир чизҳои майдаи предмет дар ҳолати

калоншуда менамояд. Ба ин ҳолат калонкунии лула $K = A'B'/AB = \alpha'/\alpha$ мешавад.

Калонкунии линза бо формулаи $K = D_0/F$ аниқ карда мешавад.

Масофаи фокуси линза, одатан 1-10 см мешавад. Дар атрофи $D_0 = 25$ см буданашро ба ҳисоб гирем, гуфтан мумкин, ки лула предмети 2,5-25 маротиба калон карда нишон медиҳад.

Фотоаппарат



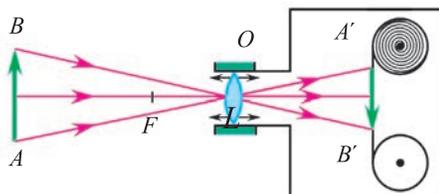
Фотоаппарат асбобест, ки тасвири объектро дар фотоплёнкаи фотокоғаз нақш бандонида медиҳад.

Қисми асосии фотоаппарат аз камераи K ва объективи дар он ҷойгирифта O иборат аст (расми 81). Линзаи объектив L дар экрани камера тасвири хурдшуда, ҳақиқӣ ва чаппа $A'B'$ – и предмети AB -ро ҳосил мекунад. Дар фотоаппарат бо мақсади тасвири предмети нигоҳ доштан ба экрани камера фотоплёнкаи эмулсия пӯшидашудаи махсуси дар худ бо таъсири рӯшноӣ тасвириро ҳосилкунанда ва нигоҳдоранда ҷойгир карда шудааст.

Дар натиҷаи тараққиёти фан ва техника ҷои фотоаппарати плёнкадорро фотокамераҳои электронӣ (рақамдор)-и замонавӣ ишғол кард (расми 82). Дар фотокамераҳои электронӣ ба ҷои фотоплёнкаҳо элементи ҳассоси махсус гузошта шудааст. Нуктаҳои дар элемент гирифташуда шакл меёбад. Ин нуктаҳои тасвир – pixel гуфта мешавад. Pixel-аз калимаи англисӣ (picture element) гирифта шуда маънои элементи тасвириро дорад.

Пиксел барои фотоапарат характеристикаи муҳими сифат ҳисоб меёбад.

Агар пиксели фотоапарат чӣ қадар калон бошад тасвири бо он аппарат гирифта сифатнок мешавад. Элементи тасвириро ба қайдгирии фотоаппаратҳои беҳтарин якҷанд ҳазор мега пикселро ташкил медиҳанд.



Расми 81.



Расми 82.

Микроскоп

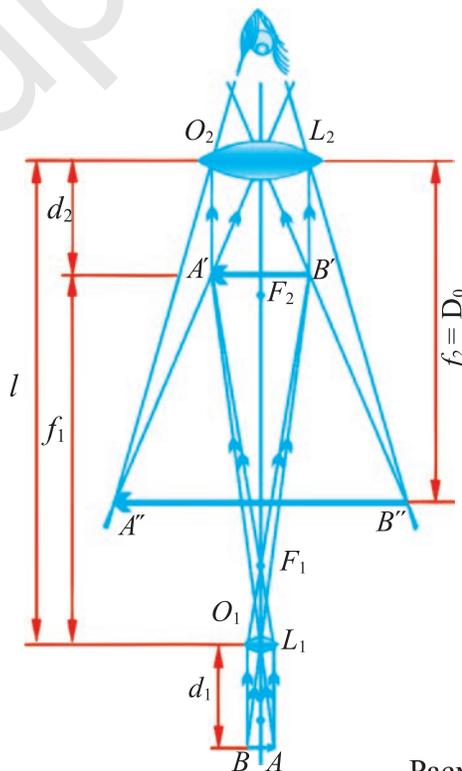


Микроскоп - асбоби оптикиест, ки объектҳо бағоят майда бевосита ба чашм намоёни дар масофаи наздик бударо калон карда нишон медиҳад (расми 83).

Аз микроскоп барои дидани мисли объектҳои майдаи бактерияҳо ва ҳуҷайраҳо истифода мебаранд.



Расми 83.



Расми 84.

Бо ёриш L_1 дар окуляри O_1 буда тасвири чаппа, хақиқӣ ва калоншуда $A'B'$ -и предмети $A B$ ҳосил карда мешавад (расми 84) Линзаи L_2 -и O_2 -и объективи микроскоп, монанди лупа кунчи бинишро зиёд карда медиҳад. Ҳангоми назаркунӣ ба объективи микроскоп тасвири $A'B'$ ки линзаи L_1 ҳосил кардааст дар масофаи биниши аз ҳама беҳтарини чашм буда, дурии D_0 дар ҳолати боз ҳам калоншудаи $A''B''$ менамояд. Калонкунии микроскоп бо ёрии формулаи

$$K = \frac{l \cdot D_0}{F_1 \cdot F_2} .$$

аниқ карда мешавад. Дар ин ҷо l масофаи байни линзаҳо, F_1 ва F_2 - масофаи қонунии линзаҳо.

Бо ёрии ин гуна микроскопи такмилдодашуда объектҳои майдаи чашм пайҳас накунамандаро то 3 ҳазор маротиба калон намуда дидан мумкин аст.

Дар солҳои охир микроскопҳои офаридаи шудаи махсус коэффитсиенти калонкунии то 100 ҳазор доранд.



1. Дар лупа чӣ гуна тасвир ҳосил карда мешавад? Калонкунии онро чӣ тавр аниқ кардан мумкин аст?
2. Сохт ва кори фотоаппаратро фаҳмонида диҳед.
3. Дар микроскоп чӣ гуна тасвир ҳосил карда мешавад? Калонкунии онро чӣ тавр муайян мекунанд?
4. Дар бораи телескопҳои оптикӣ чӣ ҳақиқат медонед?

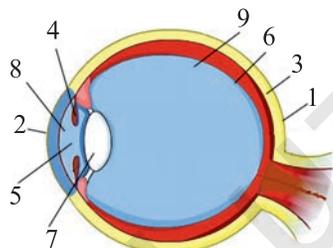


1. Лупаи масофаи қонуниаш 2,5 см буда, предметро чанд маротиба калон карда метавонад? Дар ин ва масъалаҳои оянда $D_0 = 25$ см гуфта гиред.
2. Масофаи қонунии линзаи предметро 20 маротиба калонкунанда чӣ қадар аст?
3. Масофаи қонунии линзаҳои микроскоп бо равиши мувофиқ 1,5 см ва 2,5 см буда, масофаи байни линзаҳо 30 см аст. Ин гуна микроскоп объектро чанд маротиба калон карда нишон медиҳад?
4. Линзаи масофаи қонуниаш 30 см тасвири ҳақиқии 3 маротиба хурдшудаи ашёро ҳосил намуд. Ашё аз линза дар кадом масофа гузошта шудааст?
5. Масофаи қонуни объективи фотоаппарати яқум 5 см, аз он аппарати дурум 4 см аст. Агар ба воситаи ин аппаратҳо аз як ҳел масофа сурат гирем, тасвири объект дар кадом аппарат калон мешавад?
6. Линзаи барҷастаи масофаи қонуниаш 20 см ҳангоми аз экран тасвири ҳақиқии калоншудаи ашё ҳосил шуд.
7. Линзаи барҷастаи масофаи қонуниаш 20 см аз экран дар масофаи 60 см истода бошад, дар экран тасвири ҳақиқии калоншудаи ашё ҳосил шуд. Масофаи байни ашё ва экран чӣ қадар аст?

§ 55. ЧАШМ ВА БИНИШ

Соҳти чашм

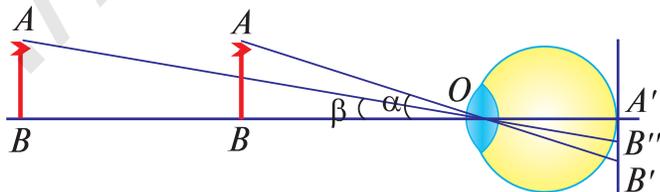
Дар расми 85 буриши чашми одам тасвир ёфтааст. Пардаи берунии саққои чашм *склера* (1), қисми шаффофи берунии он *шоҳпарда* (2) гуфта мешавад. Склера аз тарафи дохилӣ бо *пардаи нахдор* (*раг*) (3) пӯшида шудааст. Пардаи нахдор аз нахҳои хунӣ ташкил ёфтааст. Қисми пеши пардаи нахдор ба *пардаи камонмонанд* (4) пайваस्त шудааст. Дар миёнаи он сӯроҳии доирамонанд - *сиёҳак* (5) мавҷуд аст. Таҳти пардаи нахдор *турпарда* (6) буда, вай аз нӯғҳои нахҳои асаби зич ҷойгиршуда иборат. Дар қарои пардаи камонмонанд қисми шаффоф - *гавҳар* (7) ҷойгир буда, дар он мускулҳои пайваस्तшудаи махсус радиуси қачигии гавҳарро тағйир дода меистад. Сатҳи турпардаи тарафи муқобили гавҳар бо моддаи ба рӯшноӣ ҳассоси зард пӯшида шудааст. Байни шоҳпарда ва гавҳар бо моеъи *беранги обакӣ* (8) пур аст. Байни гавҳар ва турпардаро қисми *нарми шишамонанд* (9) ташкил мекунад. Қобилияти шуоъшикании моеъи обакӣ ва қисми шишамонанд ба 1,33, аз он гавҳар 1,5 аст. Гавҳар чун линзаи барҷастаи дутарафа аст.



Расми 85.

Биниш

Ҳангоми назаркунӣ ба ашё нури аз он омадаистода ба чашмамон меафтад ва дар турпарда тасвири ҳақиқӣ калоншуда ва чаппаи ашё ҳосил мегардад. Торҳои (нахҳои) нури турпарда дар бораи шакл ва ранги ашё ангезаҳо (информатсия)-ро ба майна медиҳад. Ҳамин тавр одам шакл ва ранги ашёи мазкурро дарк мекунад. Ашёҳои гирду атроф аз чашми одам дар масофаҳои гуногун ҷойгир шуда бошад ҳам, дар турпарда тасвири аниқ ҳосил шудан мегирад. Ба ин сабаб қачигии радиуси гавҳари чашм, ки масофаи қонунии он тағйирёбанда аст.



Расми 86.

Ашёҳои аз ҳад зиёд дар дурӣ бударо ҳис карда наметавонем. Бигузур маркази оптикӣ чашм дар нуқтаи O бошад. Мавриди назаркунӣ ба ашёи наздики калониаш AB таҳти кунҷи α тасвири он дар турпарда дар калони $A'B'$ ҳосил мешавад (расми 86). Агар ҳамин ашёро ба масофаи дуртар гузошта нигоҳ кунем, тасвири ҳосилшудаи AB ва кунҷи биниш $A'B''$ хурдтар мешавад.

Дар ин ҳол ба тағи тасвир β нӯғҳои адади ками асаб рост меояд. Аз ин рӯ дар бораи намуди берунии ашё андаке кам ахбор мегирем. Ашёи AB чӣ қадар дар масофаи дур бошад, тасвир ва қунҷи биниш ҳамон қадар хурд мешавад, оиди намуди беруниаш ҳам ҳамон қадар кам информатсия (ахбор) мегирем. Агар ашёи AB дар масофаи басо дур бошад, тасвир дар нахҳои парда ҳамон қадар хурд мешаванд, ки тасвир фақат ба нуғи якто нахи асаб меафтад. Якто нахи асаб фақат дар бораи якто нуқта ахбор медиҳаду халос. Ҳангоми бо ду чашм дидан тасвири ашё дар ҳар ду чашм як хел ҳосил мешавад. Агар ангуштамонро муқобили бинӣ дар ҳолати амудӣ дошта истем, вай ба назар дуто менамояд.

Лекин ангуштамонро ба масофаи 15-20 см дуртар барем дуто намудоршавӣ гум мешавад. Аз ин масофа шурӯъ карда чашмҳоямон барои биниш ба якдигар ёрӣ мерасонад. Бо як чашм се ченак будани фазо дур ва наздикии ашёҳо, пасту баландиҳои рохро ҳис кардан мушкул аст. Биниш бо ду чашм дар ин ҳол ёрӣ медиҳад.

Нуқсонҳои биниш. Айнак

Одаме, ки биниши он дар меъёр аст, тасвири ашё дар тӯрпарда ҳосил мешавад (расми 87-а). Баъзе одамон дурро хуб намебинанд. Дар чашми ин гуна одамон тасвири ашё дар дурӣ воқеъбуда аз тӯрпарда пештар ҳосил мешавад ва ашёҳо ноаниқ менамоянд (расми 87-б). Ин гуна чашм, *наздиқбин гуфта* мешавад.

Дар чашмони наздиқбин масофаи қонунии гавҳар аз меъёр кам, яъне



а)



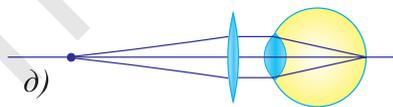
б)



в)



г)



д)

қувваи оптикии он зиёдтар мешавад. Барои беҳтар намудани биниш аз айнакҳои линзааш фурӯҳаида истифода мебаранд. Ин гуна линзаи қувваи оптикиаш манфии айнак тасвирро ба тарафи тӯрпарда мебарад (расми 87, в). Бо ёрии ин гуна айнак ашёро беҳтар дидан мумкин аст.

Баъзеҳо, асосан, калонсолон дар хондан ва навиштан азоб мекашанд. Дар чашми ин гуна одам тасвири ашё дар қафои тӯрпарда ҳосил мешавад ва ноаниқ менамояд (расми 87, г). Ин гуна чашм, *дурбинӣ гуфта* мешавад.

Дар чашмҳои дурбин масофаи қонунӣ аз меъёр зиёд, яъне қувваи оптикӣ хурд аст. Барои беҳтар намудани биниш аз айнаки линзааш барҷаста истифода мебаранд. Линзаи айнак, ки қувваи оптикиаш мусбат аст тасвирро дар тӯрпарда ҳосил мекунад (расми 87, д) дар натиҷа бо ёрии ин гуна айнак одам ашёро чун чашми дар меъёр буда хеле хуб мебинад.

Расми 87



1. Дар чашм тасвир чӣ ҳел ҳосил мешавад?
2. Тафовути байни бо ду чашм дидан аз бо як чашм дидан аз чӣ иборат аст?
3. Камбудии чашм, наздикбинӣ ва дурбинӣ аз чӣ иборат аст? Барои ҳуб дидани ин гуна чашмон аз чӣ гуна айнак истифода бурдан мумкин аст?

56. ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Масъалаи 1. Одам аз дурии 4,5 м ба расм гирифта шавад, баландии тасвир баробари 40 мм шуд. Масофаи қонунии объективи фотоаппарат ба 10 см баробар бошад, кади одам чӣ қадар аст?

Дода шудааст:

$$d = 4,5 \text{ м}$$

$$h = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м}$$

$$F = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м.}$$

Ёфтани лозим:

$$H = ?$$

Формулааш:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}; \quad \frac{h}{H} = \frac{f}{d};$$

$$H = \frac{d}{f} \cdot h = \frac{d}{\frac{d-F}{F \cdot d}} \cdot h = \frac{d-F}{F} \cdot h.$$

Ҳисобкунӣ:

$$H = \frac{4,5 \text{ м} - 0,1 \text{ м}}{0,1 \text{ м}}$$

$$\cdot 0,04 \text{ м} = 1,76 \text{ м}$$

Ҷавоб: $H = 0,76 \text{ м}$

Масъалаи 2. Масофаи қонунии линзаҳои микроскоп бо равиши мувофиқ ба 0,5 см ва 2,5 см баробар аст. Масофаи байни линзаҳо 40 см. Ин гуна микроскоп объектро чанд маротиба калон карда нишон медиҳад?

Дода шудааст:

$$F_1 = 0,5 \text{ см} = 0,005 \text{ м}$$

$$F_2 = 2,5 \text{ см} = 0,025 \text{ м}$$

$$D_0 = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м}$$

$$l = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м}$$

Ёфтани лозим:

$$K = ?$$

Формулааш:

$$K = \frac{l \cdot d_0}{F_1 \cdot F_2}$$

Ҳисобкунӣ:

$$K = \frac{0,4 \text{ м} \cdot 0,25 \text{ м}}{0,005 \text{ м} \cdot 0,025 \text{ м}} = 800$$

Ҷавоб: $K = 800$

Масъалаи 3. Одами наздикбин китобро аз масофаи 12,5 см хонда тавонад, вай барои нормалӣ хонда тавонистан айнаки қувваи оптикиаш чӣ гунаро бояд истифода барад?

Дода шудааст:

$$a = 0,125 \text{ м}$$

$$d_0 = 0,25 \text{ м}$$

Ёфтани лозим:

$$D_{\text{айнак}} = ?$$

Ҳалли он:

$$D_n = \frac{1}{d_0} = \frac{1}{0,25 \text{ м}} = 4 \text{ дптр.}$$

$$D_n = \frac{1}{a} + D_{\text{айнак}}$$

$$D_{\text{айнак}} = D_n - \frac{1}{a} = 4 \text{ дптр} - \frac{1}{0,125 \text{ м}} = 4 \text{ дптр} - 8 \text{ дптр} = -4 \text{ дптр.}$$

Ҷавоб: Одам айнаки линзаи қувваи оптикиаш -4 дптр $-ро$ бояд



1. Мавриди ба расм гирифтани дарахти баландиаш 3 м, баландии тасвири он 12 мм шуд. Агар масофаи қонунӣ фотоаппарат 20 см бошад, расм аз чӣ қадар масофа гирифта шудааст?

2. Масофаи қонунии объективи микроскоп 2 мм, масофаи қонунии окуляр 30 мм. Масофаи байни объектив ва окуляр 20 см бошад, калонкунии микроскопро ёбед.

3. Қувваи оптикии айнаки линзаи парокананда доштаи масофаи қонуниаш 50 см чӣ қадар аст? Ин гуна айнак бо чӣ мақсад истифода мешавад?

4. Хонанда бо айнаки қувваи оптикиаш -4 дптр хонда истодааст. Масофаи бехтарини биниши он бе айнак чӣ қадар аст?

5. Хонанда айнакашро гирифта китобро аз чашм дар масофаи 16 см мехонад. Қувваи оптикии айнаки хонанда чӣ қадар будааст?

6. Хонанда бо айнаки қувваи оптикиаш 2 дптр хонда истодааст. Масофаи биниши бехтарини он бе айнак чӣ қадар аст?

7. Қувваи оптикии линзаи борястаи аз шишаи қобиляти шуоши каниаш нисбат ба ҳаво 1,5 ки радиусҳои качигаш 25 см ва 40 см аст ба чӣ баробар аст?

§ 57. ГЕЛИОТЕХНИКА. ИСТИФОДАИ ЭНЕРГИЯИ ОФТОБ ДАР ЎЗБЕКИСТОН

Энергияи рӯшноии Офтобро ба энергияи гармӣ ё ки энергияи электрикӣ табил дода, аз он истифода бурдан мумкин аст.



Таҷхизотҳое, ки энергияи Офтобро ба намудҳои дигари энергия табил медиҳанд, таҷхизотҳои гелиотехникӣ гуфта, соҳаи бо истиқболҳои истифодабарӣ аз энергияи Офтоб машғулшуда, гелиотехника номида мешавад.

Аз юнонии «*Gelios*» - «*Офтоб*» гирифта шудааст. Нурҳои аз Офтоб ба сатҳи Замин расида омада, манбаи бағоят калони гармӣ ҳисоб меёбад. Усулҳои аз ҳамин манбаъ самаранок истифода бурданро ёфтани, таҷхизотҳои гуногун, офаридани манбаъҳои энергия вазифаи асосии гелиотехника ҳисоб мешавад. Маълум аст, ки Офтоб сатҳи Заминро аз рӯй тӯли географии гуногун равшан мекунад. Дар давоми сол энергияи Офтоби ба 1 м^2 масоҳати Замин рост оянда аз 300 Вт/м^2 то 1340 Вт/м^2 тағйир ёфта меистад. Дар мамлакатҳои Осиёи Марказӣ барои аз энергияи Офтоб истифода бурдан аз ҷиҳатҳои географӣ, оптикӣ ва энергетикӣ шароитҳои табиӣ мавҷуд аст. Чунончи, дар моҳи июн дарозии рӯзонаи рӯшноӣ 16 соат, дар декабр бошад, 8-10 соатро ташкил медиҳад. Дар ин ҷо солона 300 рӯз, ҳар моҳи тобистон 320-400 соат нури кушоди Офтоб рост меояд. Дар натиҷаи дар ин гуна ҷойҳо аз таҷхизотҳои гелиотехникӣ истифода бурдан энергияи микдори зиёди сӯзишвориро сарфа кардан мумкин аст. Дар Ўзбекистони офтобӣ истифодабарии самаранок аз гелиотехника имконияти калон дорад. Дар Ўзбекистан аз энергияи Офтоб аз азал истифода бурда омадаанд. Одамон мева ва сабзавотҳоро дар нури Офтоб хушконида омадаанд. Масалан, ангурро дар Офтоб хушконида навъи баландтарини мавиз тайёр кардаанд. Зардолу, харбуза, себ, шафтолу ва ғайраҳоро хушконида, коки онҳоро тайёр намудаанд. Мутафаккирҳои бузургамон оиди алоқамандии гармии Офтоб ба ҳодисаҳои дар рӯи Замин рӯйдиханда фикр рондаанд. Масалан, **Абуалӣ ибни Сино** дар китоби «*Донишнома*»-и худ «Сабаби оташгирии линза нурҳои аз як тараф омадаистодаро ба як нуқта ҷамъоварии он аст. Ин нуқта пурзӯр рӯшан ва гарм мешавад» гуфта навиштааст.

Таҷхизотҳои гелиотехникии бо энергияи Офтоб коркунанда дар ибтидои асри ХХ пайдо шудаанд. Дар ин давр дар Ўзбекистон таҷхизотҳои гелиотехникии бо нури Офтоб коркунанда (бухоркунии экстракти тамоку бо нури Офтоб, гармхонаҳои таҷрибавӣ) барпо карда шуданд.

Ба бурдани корҳои тадқиқотӣ дар соҳаи гелиотехника ҳам эътибордиҳӣ сар шуд. Соли 1934 дар Тошканд **лабораторияи Гелиотехникӣ** ба фаъолият нишондиҳӣ оғоз намуд. Дар соли 1943 дар институти Физика - техникаи Академияи Фанҳои Ўзбекистон **лабораторияи Гелиотехникӣ** ташкил карда шуд. Дар асоси тадқиқотҳои бурдашудаи ин лаборатория таҷхизотҳои

гармкунии об бо истифодаи энергияи Офтоб, таҷҳизотҳои хушккунандаи меваҳо, намкунандаи пилла ва хушккунандаҳо, ба моеъ мубаддалкунандаи сулфур (олтингӯгирд) офарида шуданд.

Даринститути Физика-техника соли 1946 таҷҳизоти параболии оинамонанди диаметраш 10 м барпо карда шуд. Аз ин таҷҳизоти чамъоварандаи энергияи Офтоб дар қорҳои гирифтани бӯғ ва ях истифода бурда шуд.

Соли 1963 шӯъбаи Геофизикаи АФ Ўзбекистон ташкил карда шуд. Дар асоси тадқиқотҳои илмӣ гузаронидашуда таҷҳизотҳои гуногуни чамъоварандаи нурҳои Офтоб ва аз он истифодабарӣ пешбинишуда офариданд. Масалан, таҷҳизотҳои тиббӣ бо таъсири нури Офтоби чамъовардашуда муолиҷакунандаи беморон, таҷҳизотҳои ба тухмиҳои қорӣ хоҷагии қишлоқ ба воситаи нурҳои Офтоб таъсирбахшанда офарида шуд.

Дар республикамон оиди истифодабарии энергияи Офтоб ба муваффақиятҳои бузург муваффақ шуданд. Дар ин соҳа олимонамон **У. О. Орипов**, **С. А. Азимов** ва дигарон, ки ба мактаби гелиотехникӣ асос гузошта буданд, солҳои 1960-1970 ташакил ёфта буд.

Мувофиқи қарори ҳукуматамон бо ташаббуси **С. А. Азимов** соли 1976 шӯъбаи коркарди илмӣ «**Физика - Офтоб**» -и Академияи Фанҳои шӯъба тадқиқотҳои дорои аҳамиятҳои амалӣ бурда шуда, натиҷаҳои ба амал тадбиқ карда шуд.

Дар асоси таҷҳизотҳои Офтобии дорои коэффитсиенти қори фоиданокӣ баланд насосҳои обии қорӣ, ҷиҳозҳои дар тиббиёт истифодашаванда, таҷҳизотҳои оби нушокӣ ҳосилкунанда, гармхонаҳо, хушккунакҳо ва хунуккунакҳо офарида шуд ва дар соҳаҳои гуногуни хоҷагии халқ, хусусан, бо оби гарм таъминкунии биноҳо истифодабарӣ қорӣ карда шуд.

Бо мақсади боз ҳам самаранок истифода бурдан аз энергияи Офтоб соли 1987 дар ноҳияи Паркенти вилояти Тошканд тобеи ШКИ (шӯъбаи коркарди илмӣ) -и «**Физика - Офтоб**» сандони Офтобии иқтидори гармиаш 1 МВт барпо карда шуд. Ин гуна таҷҳизот то ин вақт фақат дар шаҳри Одео (Франсия) буд. Масофаи қонунии концентратори таҷҳизотӣ аз оинаҳои ҳамвори параболикӣ 18 м иборат буда, андозаҳои он 54 x 42 м-ро ташкил медиҳад.

Энергия аз сандони Офтобӣ гирифташуда барои гирифтани материалҳои ба гармӣ тобовар, материалҳои дорои изолатсияи электрикӣ ба гармӣ ва соиш тобовар офарида, истифода шуда истодаанд. Инчунин дар асоси ашёи ҳоми маҳаллӣ ва партовҳои саноатӣ гирифтани материалҳои ба гармии керамикӣ тобовар ва дар асоси онҳо барои тиббиёт, энергетика, нафт ва газ, саноати сабук офаридани технологияҳои истеҳсолот ва монанди ин қорҳои илмӣ-техникӣ барпо карда шуда истодаанд. Бо ёрии сандони Офтобӣ металлҳои тоза беғашро ғудохта гирифтани муваффақ шуданд.

Истифодабарӣ аз энергияи Офтоб истикболнок аст. Энергияи Офтоб аз ҷиҳати экологӣ тоза, қулай ва беовоз буда имкониятҳои он калон аст.



1. Чӣ гуна таҷҳизотҳо, таҷҳизотҳои геотехникӣ номида мешавад?
2. Аз чӣ сабаб дар ҳудуди Ўзбекистон аз энергияи Офтоб истифодабарӣ, ҳудуди мусоид ҳисоб мешавад?
3. Дар диёрамон аз азал аз энергияи Офтоб чӣ тавр истифода бурда омадаанд?
4. Дар Ўзбекистон оиди равнаки соҳаи гелиотехника ва аз он дар амал истифодабарӣ чӣ гуна корҳо ба амал бароварда шудааст?

СУПОРИШҲОИ ТЕСТӢ ОИДИ ТАКРОРИ БОБИ V

1. Шуоъи рӯшноӣ аз ҳаво ба об гузошта истодааст. Кунчи афтиш α бошад, кунчи шикаст β -ро кадоме аз шартҳои зерин дуруст қаноат мекунонад?

- A) $\beta > \alpha$; B) $\beta < \alpha$; C) $\beta = \alpha$; D) $\beta < \alpha$.

2. Нури рӯшноӣ аз шиша ба ҳаво гузашта истодааст. Кунчи афтиш 30° . Пас аз гузаштан, нур самти худро ба 30° тағйир дода бошад, шуоъшикани шиша ба чӣ баробар аст?

- A) 1,5; B) 2; C) $\sqrt{2}$; D) $\sqrt{3}$

3. Ҳангоми гузаштани нури рӯшноӣ аз муҳити 1 ба муҳити 2 гузаштан, кунчи афтиш ба 60, кунчи шикаст ба 30 баробар аст. Қобилияти шуоъшикани муҳити 2 нисбат ба муҳити 1 ба чӣ баробар аст?

- A) 0,5; B) 2; C) $\sqrt{3}/3$; D) $\sqrt{3}$

4. Дар масофаи дур аз линза тасвири 5,5 маротиба хурдкардашудаи мавҳуми ашё ҳосил шуд. Қувваи оптикии линзаро ёбед (дптр).

- A) -9; B) -5; C) -8; D) -2.

5. Ягон предмет аз линзаи масофаи қонуниаш 12 см дар масофаи 16 м гузошта шудааст. Қалонкунии линза ба чӣ баробар аст.

- A) 2; B) 3; C) 4; D) 5.

6. Чисм аз линзаи барҷастаи қувваи оптикиаш 10 диоптрия буда дар масофаи 20 см истодааст. Қалонкунии линзаро ёбед?

- A) 0,5; B) 1; C) 0,8 D) 1,5.

7. Дар линзаи масофаи қонуниаш 30 см буда, чисм аз линза дар дурии 18 см чой гирифта бошад, дар кадом масофа аз линза тасвири қалоншудаи мавҳуми он ҳосил мешавад (см)?

- A) 9; B) 18; C) 36; D) 12.

8. Тасвири мавҳуми 2 маротиба хурди ашёи аз линза дар масофаи 10 см буда ҳосил шуд. Қувваи оптикии линзаро ёбед (дптр)?

- A) 5; B) 10; C) -10; D) -5.

9. Агар бо ёрии фотоаппарати масофаи қонунии линзааш 5 см расми гирифтаи бинои баландиаш 8 м ба 4 см баробар бошад, бино аз кадом дурӣ ба расм гирифта шудааст (м).

- A) 4; B) 10; C) 47; D) 13;

10. Калонкунии лупаи масофаи қонуниаш 2 см-ро ёбед.

- A) 9; B) 9,5 C) 10; D) 12,5.

11. Қувваи оптикии лупаи 5 маротиба калонкунандаро ёбед (дптр)?

- A) 150; B) 15; C) 25; D) 20.

12. Дар лупа чӣ гуна тасвир ҳосил мешавад?

- A) ҳақиқӣ, чаппа, калоншуда; B) мавҳум, чаппа, калоншуда;
C) ҳақиқӣ, рост, калоншуда; D) мавҳум, рост, калоншуда.

13. Масофаи биниши беҳтарини одам 60 см бошад, барои дар оина хубтар дидани акси худ вай аз оина дар кадом масофа истоданаш лозим аст?

- A) 25; B) 15; C) 30; D) 60.

14. Хонанда бо айнаки қувваи оптикиаш – 2,25 диоптрия буда хонда истодааст. Масофаи беҳтарини биниши он бе айнакро ёбед (см)?

- A) 10; B) 16; C) 15; D) 12,5.

15. Бачаи айнақдор, айнақашро гирифта китобро аз масофаи 20 см мехонад. Қувваи оптикии айнаки бачаро ёбед (дптр).

- A) -1,5; B) -1; C) -2; D) +2.

16. Ашё аз линзаи масофаи қонуниаш 12 см дар кадом масофа гузошта шавад, тасвири он андозаи худаш 3 маротиба калон мешавад (см)?

- A) 16; B) 18; C) 20; D) 15.

ХУЛОСАҲОИ МУҲИМ АЗ РӯИ БОБИ 5

Тачрибаи Олаф Рёмер	О. Рёмер якумин шуда суръати рӯшноиро бо усули астрономӣ чен намуд
Тачрибаи Арман Физо	Арман Физо дар шароити лабораторӣ ба чен кардани суръати рӯшноӣ муваффақ шуд.
Ба суръати рӯшноӣ ва воҳиди дарозӣ “метр” таснифи нав	Дар соли 1983 сарассамблеяи ченак ва тарозуҳои Байналхалқӣ суръати рӯшноӣ дар вакуум ба $c = 299792\ 458$ м/с баробар буданастро ба ҳисоб гирифтанд, таърифи нави метрро қабул кардааст: “ <i>Метр</i> ”-ин ба роҳи тайкардаи рӯшноӣ дар вакуум дар интервали вақти $1/299792\ 458$ с баробар аст.
Инъикоси пароканандаи рӯшноӣ	Рӯшноӣ аз сатҳи дурушту носуфта парокананда инъикос мешавад.
Инъикоси ботартиби (оинавӣ) рӯшноӣ	Агар сатҳ ҳамвор (суфта) бошад, аз ин гуна сатҳ рӯшноӣ ботартиб (оинавӣ) инъикос мешавад.
Қонунҳои инъикоси рӯшноӣ	1. Шуоъи афтида, шуоъи инъикосшуда ва хати амудие, ки ба нуқтаи афтиши нур ба сарҳади ду муҳит гузаронида шудааст, дар як ҳамворӣ меҳобанд. 2. Қунҷи инъикос ба қунҷи афтиш β баробар аст.
Қонуни шикасти рӯшноӣ	1. Шуоъи афтида, шуоъи шикаста ва хати амудии ба нуқтаи афтиш дар сарҳади ду муҳит гузаронидашуда дар як ҳамворӣ меҳобад. 3. Нисбати синуси қунҷи афтиш бар синуси қунҷи шикаст барои ду муҳити додашуда, бузургии собит (доимӣ) мебошад, яъне: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$
Инъикоси пурраи дохилии рӯшноӣ	Мавриди равоон кардани шуоъ аз муҳити қобилияти шуоъшиканиаш калон ба муҳит қобилияти шуоъшиканиаш хурд ($n_1 > n_2$) дар ҳолати аз ягон қунҷи афтиш шуоъ аз сарҳади ду муҳит пурра инъикос мешавад. Дар инъикоси пурраи дохилӣ қимати ҳудудии қунҷи α_0 чунин ифода карда мешавад: $\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}$ Ин ҷо n_1 ва n_2 қобилияти шуоъшикани муҳитҳои як ва ду

Линза	Қисми шаффофе, ки аз як ё ки ду тарафаш бо сатҳи сферикӣ маҳдуд карда шудааст, линза номида мешавад. Онҳо аз рӯй табиаташон ба ду намуд чудо мешаванд, яъне линзаҳои чамбоваранда ва парокананда.
Қувваи оптикӣ линза	Бузургие, ки ба масофаи қонунии линза чаппа аст, қувваи оптикӣ линза меноманд. $D = \frac{1}{F}$
Формулаи линза	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ d ва f бо равиши мувофиқ масофа аз ашё то линза ва аз линза то тасвир
Калонкунии хатти линза	Нисбати тасвири ашё бар андозаи худӣ ашё калонкунии хаттии линза номида мешавад. Дар асоси таъриф: $K = \frac{f}{d} = \frac{A'B'}{AB}$ калонкунии хатти линза бо масофаи аз линза то тасвир (f) ва аз ашё то линза (d) ҳам аниқ карда мешавад, яъне: $K = \frac{f}{d}$
Лупа	Лупа – линзаи барҷаста аст, ки кунҷи биниши предметро калон мекунад. Калонкунии линза бо формулаи $K = \frac{D_0}{F}$ аниқ карда мешавад. Дар ин ҷо D_0 – масофаи беҳтарини биниш. $D_0 = 25$ см
Фотоаппарат	Фотоаппарат асбобест, ки тасвири объектро дар плёнка, фотопластина ё фотоқоғаз нақш бандонида нигоҳ медорад.
Микроскоп	Микроскоп асбоби оптикиест, ки объектҳои бағоят майдаи бевосита ба чашм нонамоёни дар масофаи наздик бударо калон карда нишон медиҳад. Калонкунии микроскоп бо ёрии формулаи $K = l D_0 / F_1 F_2$ аниқ карда мешавад. Дар ин ҷо l масофаи байни линзаҳо, F_1 ва F_2 масофаи қонунии объектив ва окуляр.
Наздикбинӣ	Барои беҳтар кардани биниши чашмони наздикбин аз айнакҳои қувваи оптикӣ линзаҳои манфӣ истифода мебаранд.
Дурбинӣ	Барои беҳтар кардани биниши чашмони дурбин аз айнакҳои қувваи оптикӣ линзаҳои мусбат истифода мебаранд.

МАНЗАРАИ ФИЗИКИИ ОЛАМ. ТАРАҚКИЁТИ ФИЗИКА-ТЕХНИКА

§ 58. МАНЗАРАИ ЯГОНАИ ФИЗИКИИ ОЛАМ

Манзараи механикии олам

Олимон аз замонҳои қадим саркарда, дар бораи манзараи олам мулоҳиза менамуданд. Лекин онҳо ба тафаккур таъя намуда, умумикуниро, ки аз таҷриба ва мушоҳидаҳо пайдо мешавад ба назари этибор нагирифтаанд. Дар омӯзиши ҳодисаҳои табиат ба натиҷаҳои таҷриба таъя карданро якумин маротиба Г.Галилей баён кардааст. Аз ҳамин сабаб чун фан шакл ёфтани физика аз замони Галилей қабул карда шудааст. Вай ғояҳо дар бораи принсипи нисбият, инерсияро гуфта, тасдиқи онҳоро дар таҷриба мушоҳида намуд. Ин гуни қорҳо аз тарафи И.Нютон давом дода шуд. Ҳамин тариқ дар асри XVII механика аз табиатшиносӣ чудо гашта, манзараи механикии олам ба вучуд оварда шуд.



Манзараи механикии олам аз элементҳои монанди: материя, ҳаракат, фазо, вақт, таъсири байниҳамдигарӣ, қонуниятҳои сабаб ва натиҷа ва ғайраҳо ташкил ёфта, дар он қараёнҳои гуногун дар асоси қонунҳои механика фаҳмонида шуданаш мумкин аст.

Мувофиқи манзараи механикии олам, *материя* моддаи аз зарраҳо ташкил ёфта фаҳмида шуда, олам аз материяи *ҳаракаткунанда* меояд. *Фазо* ва *вақт* моҳияти мутлақ буда ба материя ва ҳаракат вобаста нест (Нютон). Дар асри XX ин ақида инқор карда шуд. (Эйнштейн). *Таъсири байниҳамдигарӣ* дар асоси қонунҳои қозибайи универсалӣ буда, вай дар як лаҳза ба амал меояд. *Натиҷа* албатта ба сабаб *вобаста аст* (воқеаҳо вобаста ба сабаб буда, як ҳолат маълум бошад, ҳолати паси он дар асоси принсипи сабаб - натиҷа муайян карда мешавад). Мувофиқи тасаввури механикаи классикии Нютон кашфкарда, аввал ҳодисаҳои алоҳида-алоҳида ба амал омада, қараёнҳо, далелҳо ба гурӯҳҳо чудо карда шуда, дар асоси вобастагии *қонуниятҳои механикӣ* манзараи ягонаи умумиро ташкил медиҳад.

Манзараи электромагнитии олам

Дар асри XIX тадқиқи ҳодисаҳои электромагнитӣ, кашфи қонуниятҳои он сар шуд. Лекин онҳоро аз нуқтаи назари механикӣ бо қадом флуид (моеъи маҳсуси фарзкарда, муҳит) фаҳмониданӣ шуданд. Ин ақидаҳо ба танқид дучор гашта, ба инқоршавӣ сар карданд. Ҳамин вақт М.Фарадей пешрави

муҳим шуд. Пас аз ин ғояро ривоч дода Ч.Максвелл *назарияи майдони электромагнитиро* ба вучуд овард. То ин дам ҳодисаҳои электрӣ ва магнитӣ алоҳида-алоҳида ба назари эътибор гирифта мешуд. Акнун онҳо ба тартиби маълум оварда шуданд. Майдони электромагнитӣ дар фазо бефосила тағйир меёбад.

Аз рӯи манзараи механикии олам материя аз *модда иборат аст* гуфта шавад, дар мазараи электромагнитии олам материя дар шакли *майдон* буданаш ҳам қайд карда шуд. *Ҳаракат* фақат дар модда ва ҳаракати зарраҳои он иборат набуда, балки дар сифати майдон ва ҳаракати мавҷҳои электромагнитӣ дида шуданаш тақозо намуд. Таъсири байниҳамдигарӣ фақат *яклаҳза на* бо майдони гравитатсионӣ, балки бо суръати маҳдуд ба воситаи майдони электромагнитӣ ҳам шуданаш эътироф карда шуд. Ҳамин тавр манзараи электромагнитии олам шакл ёфт.



Баробари ҳамин дар табиат мавҷудияти дуто таъсири байниҳамдатариини фундаменталӣ-таъсири байниҳамдигариини гравитатсионӣ ва электромагнитӣ қайд шуд.

Манзараи физикии олам дар замони ҳозира

Дар охири асри XIX ва аввали асри XX тадқиқотҳо дар соҳаи физикаи атом, порсияҳои майдони электромагнитӣ назария дар бораи квантҳо, таълимотҳо дар бораи табиати мавҷии зарраҳо, қонунҳои классикии физика барои ҳамаи ҳодисаҳои физикӣ ҷой надоштаниро нишон дод. Тақсимшавии материя ба *моддаи соҳибӣ* сохти фосиланок ва майдони бефосила маънои мутлақи худро гум кард.

Ба ҳама шаклҳои материя, дуализми корпускулавӣ-мавҷӣ (дуализм - дугона) ба модда ва майдон хос буданаш муайян карда шуд. Дар натаҷаи инҳо ҳосияти квант доштани материя кашф гардид. Баъди пайдо шудани *физикаи квантӣ*, ки ҳаракати микрзарраҳо тавсиф медиҳад дар манзараи ягонаи физикии олам элементҳои нав ба назар менамудагӣ шуд.

Принсипҳои назарияи кванти мутлақ умумӣ буда, барои тавсиф додани ҳамаи зарраҳо, таъсири байниҳамдигарӣ ва байниҳамдигарии онҳо ба кор бурда мешавад.



1. Манзараи механикии олам аз кадом элементҳо ташкил ёфтааст?
2. Фарқи байни манзараҳои механикӣ ва электромагнитии олам аз чӣ иборат аст?
3. Дар бораи манзараи ягонаи физикии олам чихоро медонед?

§ 59. ТАРАҚҚИЁТИ ФИЗИКА ВА ТЕХНИКА. ТАДҚИҚОТҲОИ СОҲАИ ФИЗИКА ДАР ЎЗБЕКИСТОН

Тараққиёти физика ва техника

Дар сохти ибтидоии чамъият аввал яроқҳои сангин, баъд тирю камон, зарфҳои аз лой сохташуда, болғаи сангин ва яроқҳои мисин пайдо шуд. Миллион сол пеш дар 4-3 ҳазорсола аз латун асбобҳои меҳнатӣ сохта шуданд. Баъдтар аз оҳан истифода бурданд. Деҳқонӣ ривоч ёфта, таҷҳизотҳои оббарорӣ ва асбобҳои заминшудгоркунӣ пайдо шуд. Дар сохтмон фашангҳои борбардор ихтироъ гардид. Одамон аз танаи дарахт заврак сохта, дар об шино карданро ёд гирифтанд. Баъдтар киштиҳои бодбонӣ пайдо шуданд. Дастгоҳҳои бофандагӣ сохта шуданд. Ҳунармандӣ ривоч меёфт. Дар асрҳои XV-XVI кураи домнагӣ сохтанд. Дар техникаи ҳарбӣ яроқҳои оташфишон, машина ва механизмҳо пайдо шуданд. Дар охири асри XIX машинаи чопкунӣ, аппарати телеграф, фотография, муҳаррикҳои дарунсӯз, радио, телефон, кинематография, автомобил сохта шуд. Техникаи ҳарбӣ, транспорти роҳи оҳан ривоч ёфт. Физика ва техника дар давоми асри XX ба истифодаи он ба таври васеъ амалӣ гардид, энергияи электрикӣ ба ҳама соҳаҳо тадбиқи худро ёфт. Машинасозӣ, авиатсия, техникаи атом, кибернетика ва техникаи ҳисоб, электроника, телевидение, ракетасозӣ, автоматика, космонавтика, технологияи ахборот ва дигар соҳаҳо ба дараҷаи баланд тараққӣ ёфт. Саноат хочагии қишлоқ, хизмати маишӣ, фан, маориф, маданият, спорт, сохтмон, транспорт алоқа, энергетика ва дигар соҳаҳо аз муваффақиятҳои техника истифода бурданд. Дар асри XXI дар соҳаҳои технологияи ахборот, биофизика ва нанотехнология кашфиётҳои бузург шуданаш башорат карда шуданд.

Тадқиқотҳои соҳаи физика дар Ўзбекистон

Дар ватани мо олимони бузург: Форобӣ, Берунӣ, Ибни Сино ва Улуғбек ба камол расида, дар университети институтҳо ва ҳам муассисаҳои илмӣ академияи Фанҳо дар ҳама самтҳои фанни физика ба таври васеъ корҳои тадқиқотӣ бурда мешавад.

Тараққиётҳои илмӣ дар соҳаи физика дар Ўзбекистон солҳои 1920 - 30 дар лабораторияҳои мактабҳои олий бурда шуд. Соли 1932 комитети Фан таркиб ёфт. Соли 1943 академияи Фанҳои Ўзбекистон ташкил карда шуд. Ҳамин сол институти физика-техникаи АФ Ўзбекистон, соли 1956 институти физикаи ядро, соли 1966 институти Астрономия, соли 1967 институти Электроника, соли 1976 иттиҳодияи истеҳсолии «Физика — Офтоб» ташкил карда шуд. Ба сафи муассисаҳои илмӣ тадқиқотии физика соли 1977 шӯъбаи физикаи ҳарорат АФ-ҳои Ўзбекистон, соли 1992 иттиҳодияи истеҳсоли илмӣ «Коинот», соли 1993 институти материалшиносӣ дохил шуд. Дар ин муассисаҳои илмӣ-тадқиқотӣ ва Университети Давлатии Тошканд (Университети Миллии Ўзбекистон) Университети Давлатии Самарқанд, Университети Давлатии Нукс,

Университети техникаи Тошканд ва дигар мактабҳои олий оид ба муаммоҳои гуногуни фанни физика қорҳои тадқиқотӣ бурда шуда, ба тараққиёти физика дар миқёси ҷаҳон ҳиссаи арзанда гузошта мешавад.

Шумо бо қорҳои тадқиқотӣ оид ба истифодаи энергияи Офтоб дар Ўзбекистон ва соҳаи ядро шинос мебошед (ба § 32, 37 нигоҳ, кунед). Мувафаксияҳои ба даст овардаи олимони мамлакатамон оид ба самтҳои дигари физика бекиёс мебошад. Аз он ҷумла, жолаҳои электрон-ядро дар атмосфера кашф карда шуд. Ҳодисаи диссоиатсияи дифраксионӣ когерентии ядроӣ протон дар ҷаҳон якумин шуда муайян карда шуд. Яқчанд намуди ғудохтаҳои саҳти дорон хосиятҳои нимноқилҳо дошта ҳосил карда, хосиятҳои физикии онҳо омӯхта шуд. Дар асоси натиҷаҳои тадқиқотҳои болоӣ диодҳои зудиашон хеле баланд, асбобҳои барои омӯхтани ҷараёнҳои электрони дар нимноқилҳо тез ба вучудоянда, матритсаҳои фотодиоди тасвиrho расонанда, детектори кремний-литий ва дигар асбобҳо ба вучуд оварда шуд. Бо ҳамкориҳои Руссия барои тадқиқотҳои қайҳонӣ материалҳои гуногун офарида шуд.

Дар муассисаҳои илмӣ тадқиқотӣ ва лабораторияҳои мактабҳои олий қорҳои илмӣ тадқиқотӣ дар самтҳои физикаи ҳисмҳои саҳт, физикаи молекулярӣ ва ҳаракатӣ, оптика ва акустика, ки дорой аҳамияти амалӣ мебошад, бурда мешавад. Аз он ҷумла, синтези моддаҳо дар ҳароратҳои баланд, структура ва тарзҳои нави идораи хосиятҳои он бо нури лазерӣ қор карда шудааст. Пирометри дар интервали 5-1000°C ва 80-2000°C қорқунанда, нурафкании ҳисми нури инфрасурх барорандаро ба қайд гиранда - қабулкунаки намуди нав сохта шуд.

Дар муҳитҳои фавқулшаффофи соҳаи оптикаи муҳитҳои конденсатноккарда паҳншавии нури лазер омӯхта шуда, дар он ҳодисаи нав - люминиссенсияи тезқори васеъ тасма ёфт шуд. Дар соҳаи спектроскопия дар муҳитҳои ғайриҳаттӣ майли аномалии нури лазерӣ ва ҳодисаи худ аз худ қонун(фокус)ноқшавӣ кашф гардид. Оптикаи наҳҳои нури ғайриҳаттии модулятсияшуда ба вучуд оварда шудааст.

Инчунин, диодҳои гуногуни нурбарорандаи баландсамара (академик М.С.Саидов), бо ҳамкориҳои Руссия барои тадқиқотҳои қайҳонӣ як қатор материалҳои зарурӣ офарида шуд.

Дар мамлақати мо, тадқиқотҳои дар соҳаи физика бурда истода дар тараққиёти физикаи замони ҳозира, ба фаровон гаштани шароити зисту зиндагонии ҳалқ хизмат мекунад.



1. Дар тараққиёти техника, фанни физика, тақавӣ буданаширо асоснок кунед.
2. Дар бораи тараққиёти физика ва техника аз қадим то давраи ҳозира нақд кунед.
3. Дар бораи тадқиқотҳои олимони Ўзбекистон дар соҳаи физика чихоро медонед?

ҶАВОБИ МАШҚҶО

Машқи 1. 1. $N = 1,2 \cdot 10^{26}$ то. 2. $d = 2,5 \cdot 10^{-10}$ м. 3. $N \approx 1,67 \cdot 10^{23}$ то. 4. $V = 27$ см³. 5. $N \approx 2 \cdot 10^{24}$ то.

Машқи 2. 1. $\nu = 15$ мол. 2. $m = 352$ г. 3. $N = 1,5 \cdot 10^{23}$ то. 4. $m_0 = 6 \cdot 10^{-26}$ кг. 6. $M = 44$ г/мол (ангидриди карбонат).

Машқи 3. 1. $N = 1,8 \cdot 10^{24}$ то. 2. $m = 373$ г. 3. Ангидриди карбонат. 4. $n = 3,33 \cdot 10^{28}$ м⁻³. 5. $N = 1,05 \cdot 10^{24}$ то. 6. $S \approx 0,72$ м². 7. $m = 40$ г. 8. $V = 0,5$ л. 9. $n = 3 \cdot 10^{27}$ м⁻³. 10*. $l = 3 \cdot 10^{13}$ м. Молекулаҳои об ба як қатор чида шавад, дарозии ҳосилшуда аз масофаи байни Замину Офтоб ≈ 78125 маротиба калон мешавад.

11*. $V = 81$ см³. 12*. $N \approx 3 \cdot 10^{24}$ то. 13*. $d = 2,5 \cdot 10^{-9}$ м.

Машқи 4. 1. $p = 800$ Па. 2. $p = 108$ кПа. 3. $\bar{v} = 120$ м/с. 4. $\bar{E}_k = 4 \cdot 10^{-21}$ Ҷ. 5. $\rho = 0,75$ кг/м³. 6. $\bar{v} = 2000$ м/с. 7. $\bar{E}_k = 1,125 \cdot 10^{-21}$ Ҷ

Машқи 5. 3. 3 маротиба меафзояд. 4. $p \approx 13,8$ кПа. 5. $n = 5 \cdot 10^{25}$ м⁻³. 6. $N \approx 2,65 \cdot 10^{25}$ то. 7. $N \approx 265$ то.

Машқи 6. 1. $\bar{v} \approx 1765$ м/с. 2. $T \approx 321$ К. 3. $T \approx 460$ К. 4. $\bar{E}_k = 6 \cdot 10^{-22}$ Ҷ. 5. $n = 3 \cdot 10^{26}$ м⁻³. 6. $V \approx 0,5$ м³. 7. $T = 700$ К. 8. $T_0 = 50$ К.

Машқи 7. 1. $V = 3$ м³. 2. $\nu = 3$ мол. 3. $M = 32$ г/мол, Гази кислород (O₂). 4. $\rho = 2,5$ кг/м³. 5. $T \approx 318$ К. 6. $\nu = 2,4$ мол. 7. $\nu \approx 2490$ мол. 8. $T = 700$ К.

Машқи 8. 1. $V = 0,5$ л. 2. $p = 1,2 \cdot 10^6$ Па. 3. $V = 12,5$ л. 4. $p = 80$ кПа.

Машқи 9. 1. $V_2 = 20$ л. 2. $\Delta T = 216$ К. 3. $V = 4$ л. 4. $\Delta T = 128$ К.

Машқи 10. 1. $T = 400$ К. 2. Фишор $\approx 2,2$ маротиба меафзояд. 3. $p_1 = 125$ кПа.

Машқи 11. 1. $p_2 = 1,5 \cdot 10^6$ Па. 2. Фишор 1,72 маротиба кам шудааст. 3. $t_2 = 99$ °С. 4. Ҳаҷми газ 30% зиёд шудааст. 5. $h \approx 25$ м. 6. $T_1 = 120$ К. 7. $T_1 = 200$ К. 8. $T_2 = 240$ К.

Машқи 12. 1. $m = 0,8$ кг. 2. $p = 75$ кПа. 3. $\Delta U = 4487$ Ҷ кам шудааст. 4. $\Delta U = 12465$ Ҷ зиёд шудааст. 5. $\Delta U = 59,6$ кҶ зиёд шудааст. 6. $\Delta U = 30$ Ҷ зиёд шудааст. 7. 2 маротиба зиёд шудааст.

Машқи 13. 1. $\Delta V = 0,3$ м³. 2. $\Delta t \approx 70$ °С. 3. $A = 20$ Ҷ. 4. $A = 0,25$ Ҷ.

Машқи 14. 1. $Q = 67,5$ кҶ. 2. $c = 890$ Ҷ/(кг*К). Ҷ/(кг*К) алюминий. 3. $Q = 504$ кҶ. 4. $Q_1 = 7,8$ кҶ;; $Q_2 = 1,95$ кҶ.

Машқи 15. 1. $m \approx 53,5$ г. 2. 4,2 маротиба зиёд шудааст. 3. $\Delta U = 900$ Ҷ зиёд шудааст. 4. $t_2 = 113$ °С. 5. $A = 200$ Ҷ. 6. $T_0 = 100$ К; $A = 4155$ Ҷ. 7. $m_2 = 48$ кг. 8. Ҳидроген 2 маротиба зиёдтар. 9. $t = 20$ °С. 10. $V_1 = 40$ л; $V_2 = 40$ л. 11. $\Delta t = 320$ °С.

Машқи 16. 1. $m = 200$ г. 2. $m = 72,5$ кг. 3. $Q = 322$ МҶ. 4. $Q = 3 \cdot 10^7$ Ҷ.

Машқи 17. 1. $A = 5$ кҶ. 2. $\Delta U = 2,8$ кҶ. 3. $A = 1,4$ кҶ. 4. $\Delta U \approx 7,5$ кҶ. 5. $Q = 6232$ Ҷ. 6. $Q = 500$ Ҷ. 7. $\nu \approx 1$ мол.

Машқи 18. 1. $A = 252$ Ҷ. 2. $\eta = 60\%$. 3. $T_1 = 800$ К. 4. $A = 390$ Ҷ. 5. $A = 42$ кҶ. 6. $\Delta T = 335$ К. 7*. $Q_1 = 900$ кҶ. 8*. $\Delta T = 600$ К.

Машқи 19. 1. $\eta = 28\%$. 2. $t = 9$ дақиқа. 3. $m = 0,2$ кг. 4. $m = 37,8$ кг. 5. $T_2 = 300$ К. 6. $A = 20$ кҶ. 7*. $s = 138$ км. 8*. $N = 36$ kW.

Машқи 20 1. $d \approx 2,1$ мм. 2. $r = 0,25$ мм. 3. $h = 10,2$ мм. 4. $m \approx 46,7$ мг.
 5. $\sigma \approx 23,4$ МН/м. 6. $\sigma = 33$ МН/м. 7. $N \approx 285$ то. 8. $h = 90$ мм. 9. $\Delta W = 96$ мкҶ.
 10. $\Delta W \approx 0,5$ мҶ.

Машқи 21. 1. $\sigma = 95,5$ МПа. 2. $S = 3$ см². 3. $h \approx 12,7$ м. 4. $E \approx 196$ ГПа.
 5. $d \approx 7,7$ мм. 6. $l = 2548$ м.

Машқи 22. 1. $Q = 1008$ кҶ. 2. $m \approx 0,17$ кг. 3. $Q = 167$ кҶ. 4. Аз пӯлод
 5. $m = 1,25$ кг 6. $Q \approx 75$ МҶ.

Машқи 23. 1. $Q = 11,5$ МҶ. 2. $Q = -115$ кг. 3. $\varphi \approx 58$ %. 4. $\varphi \approx 63$ %.
 5. $\varphi \approx 65$ %. 6. $\rho = 10,9$ г/м³ 7. $\varphi = 62$ %.

Машқи 24. 1. $t \approx 2095$ с. 2. $t_1 \approx 500$ с, $t_2 \approx 1,3$ с. 3. $v \approx 12,6$ с⁻¹.

Машқи 25. 1. $\alpha = 35^\circ$, 2. $d = 1,2$ м. 3. $v = 1,5 \cdot 10^8$ м/с. 4. $\beta \approx 19^\circ$.

5. $\frac{s_1}{s_2} = \frac{n_2}{n_1} \approx 1,13$.

Машқи 26. 1. $\alpha_0 = 49^\circ$. 2. $n = 1,79$. 3. $\alpha_0 = 30^\circ$. 4. $n = 1,2$. 5. $n = 1,64$.

Машқи 27. 1. $D_1 = 2,5$ дптр, $D_2 = 4$ дптр, $D_3 = 10$ дптр, $D_4 = -10$ дптр,
 $D_5 = -4$ дптр, $D_6 = -2,5$ дптр. 2. $D = 4,5$ дптр, 3. $f = 30$ см, $K = 2$. 4. $F = 12$ см,
 $D = 8,3$ дптр. 5. $d = 62,5$ см. 6. $D = 3$ дптр. 7. $D = -3$ дптр. 8. $D = 4,5$ дптр.

Машқи 28. 1. $K = 10$. 2. $F = 1,25$ см. 3. $K = 200$. 4. $D = 1,2$ м. 5. Дар якумаш
 6. $K = 4$. 7. $l = 90$ см.

Машқи 29. 1. $d \approx 50$ м. 2. $K \approx 833$. 3. $D = +2$ дптр. Дар одами дурбин
 4. $a = 12,5$ см. 5. $D = -2,25$ дптр. 6. $a = 17$ см.

Боби 1, ҷавоби супоришҳои тест

1.D	2.B	3.D	4.B	5.B	6.B	7.B	8.B	9.D	10.D
11.A	12.D	13.A	14.B	15.C	16.D	17.B	18.C	19.B	20.D
21.A	22.C	23.A	24.B	25.D	26.D	27.D	28.C	29.A	30.B

Боби 2, ҷавоби супоришҳои тест

1.A	2.A	3.B	4.B	5.C	6.B	7.D	8.D	9.C	10.D
11.A	12.A	13.A	14.B	15.A	16.A	17.A	18.D	19.D	20.C
21.C	22.D	23.B	24.C	25.A	26.B	27.A	28.A	29.D	

Боби 3, ҷавоби супоришҳои тест

1.D	2.C	3.B	4.C	5.A	6.C	7.B	8.A	9.C	10.C
11.D	12.B	13.D	14.A	15.C					

Боби 4, ҷавоби супоришҳои тест

1.D	2.B	3.A	4.A	5.D	6.C	7.D	8.D	9.D	10.A
11.C	12.A	13.B	14.B	15.A	16.A				

Боби 4, ҷавоби супоришҳои тест

1.D	2.D	3.D	4.A	5.B	6.B	7.C	8.C	9.B	10.D
11.D	12.D	13.C	14.B	15.B	16.A				

АДАБИЁТҲОИ ИСТИФОДА БУРДАШУДА

1. P. Habibullayev, A. Boydedayev, A. Bahromov, M.Yuldasheva. FIZIKA. 9- sinf darsligi. Toshkent . «G'.G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi» – 2014-y.

2. N.Sh.Turdiyev. FIZIKA. 9 - sinf darsligi. Toshkent . «G'. G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi» – 2016-y.

3. В.А. Касьянов. ФИЗИКА 10 – класс. Москва. «Дрофа» – 2005 г. 4. Е.В.Громыко, В.И.Зенкович, А.А. Луцевич, И.Э.Слесарь. ФИЗИКА. 10- класс. Минск. «Адукацыя і выхаванне» – 2013 г.

5. K. Suyarov, A. Husanov, L. Xudoyberdiyev. FIZIKA. Mexanika va molekulyarfizika. Akademik litsey o'quvchilari uchun o'quv qo'llanma. Toshkent. «O'qituvchi» NMIU – 2002-y.

6. K.T. Suyarov, Sh.N. Usmonov, J. E. Usarov. Molekulyar fizika. II kitob. Toshkent. «Yangi nashr» – 2016-y.

7. K.A.Tursunmetov va boshqalar. Fizikani takrorlang. Toshkent. «O'qituvchi» – 2007 y

8. В.И.Лукашик. Qiziqarli fizika. Savol va masalalar to'plami. «G'. G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi». Тошкент – 2016-y.

9. Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun test savollari. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Davlat test markazi. «Axborotnoma» Toshkent. 1996 – 2003-yillar.

МУНДАРИЧА

ФИЗИКАИ МОЛЕКУЛАВЌ ВА АСОСҲОИ ТЕРМОДИНАМИКА

БОБИ I.

АСОСҲОИ НАЗАРИЯИ МОЛЕКУЛАВЌ- КИНЕТИКИИ СОХТИ МОДДАҲО

§ 1. Назарияи молекулавЌ- кинетикии сохти модда	4
§ 2. Андоза ва массаи молекула	7
§ 3. Микдори модда	12
§ 4. Ҳалли масъалаҳо	16
§ 5. Гази идеалӣ.	18
§ 6. Ҳарорат	21
§ 7. Суръати ҳаракати молекулаҳои газ	25
§ 8. Ҳалли масъалаҳо	28
§ 9. Муодилаи ҳолати гази идеалӣ	30
§ 10. Ҷараёни изотермӣ	33
§ 11. Ҷараёни изобарӣ	35
§ 12. Ҷараёни изохорӣ	37
§ 13. Машғулотӣ амалӣ. Баҳодиҳӣ ба андозаи молекулаҳо	38
§ 14 . Ҳалли масъалаҳо.	40
Супоришҳои тестӣ оиди такрори боби I	44
Хулосаҳои муҳим аз рӯи боби I	47

БОБИ II. ЭНЕРГИЯИ ДОХИЛӢ ВА ЭЛЕМЕНТҲОИ ТЕРМОДИНАМИКА

§ 15. Энергияи дохилӣ	50
§ 16. Қор дар термодинамика	53
§ 17. Микдори гармӣ	55
§ 18. Ҳалли масъалаҳо	60
§ 19. Машғулотӣ амалӣ. Омӯзиши мувозинати гармӣ дар ҷисмҳо	63
§ 20. Қори лабораторӣ: муайян кардани гармиғунҷоиши ҳоси ҷисмҳои сахт.	64
§ 21. Гармии ҳоси сӯзиши сӯзишворӣ	65

§ 22. Қонуни якуми термодинамика.....	67
§ 23. Ҳалли масъалаҳо	70
§ 24. Бебозгаштии чараёнҳои гармӣ. Қонуни дуоми термодинамика.....	72
§ 25. Кори лабораторӣ. Муқоиса намудани миқдорҳои гармӣ ҳангоми омехта кардани обҳои ҳарораташон гуногун.....	73
Супоришҳои тестӣ оид ба боби II	74
Хулосаҳои муҳим аз рӯи боби II	78

БОБИ III МУҲАРРИҚҲОИ ҲАРОРАТӢ

§ 26 . Муҳарриқҳои дарунсӯз.....	81
§ 27. Принципи кори муҳарриқҳои ҳароратӣ	83
§ 28. Ҳалли масъалаҳо	86
§ 29. Машинаҳои ҳароратӣ ва муҳофизаи табиат	87
§ 30. Ҳалли масъалаҳо	89
Супоришҳои тестӣ оиди такрори боби III	91
Хулосаҳои муҳим аз рӯи боби III	93

БОБИ IV ХОСИЯТҲОИ ЧИСМҲОИ САХТ ВА МОЕЪ.

§ 31. Хосиятҳои моеъҳо.....	94
§ 32. Таркунӣ . Ҳодисаҳои капиллярӣ.....	97
§ 33. Ҳалли масъалаҳо	100
§ 34. Кори лабораторӣ. Муайян кардани коэффициентҳои каҷиши сатҳӣ.....	103
§ 35. Чисмҳои кристаллӣ ва аморфӣ	104
§ 36. Хосиятҳои механикии чисмҳои сахт.....	106
§ 37. Ҳалли масъалаҳо	109
§ 38. Гудозиш ва сахтшавии чисмҳои кристаллӣ	111
§ 39. Гармии хоси гудозиши моддаҳо. гудозиш ва сахтшавии чисмҳои аморфӣ	113
§ 40. Бӯхоршавӣ ва конденсатсия	116
§ 41. Ҳодисаҳо дар атмосфера	119
§ 42. Кори лабораторӣ. Муайян кардани намнокии ҳаво	124
§ 43. Ҳалли масъалаҳо	125
Супоришҳои тестӣ оиди такрори боби IV	126
Хулосаҳои муҳим аз рӯи боби IV	128

БОБИ V. ОПТИКА

ҚОНУНҲОИ ПАҲНШАВИИ РӯШНОӢ. АСБОБҲОИ ОПТИКӢ

§ 44. Муайян кардани суръати рӯшноӣ.....	131
§ 45. Қонунҳои инъикос ва шикасти рӯшноӣ.....	134
§ 46. Ҳалли масъалаҳо	138
§ 47. Инъикоси пурраи дохилӣ	139
§ 48. Ҳалли масъалаҳо.....	142

§ 49. Кори лабораторӣ. Муайян кардани қобилияти шуоъшикани шиша	143
§ 50. Линзаҳо	144
§ 51. Сохтани тасвир бо ёрии линзаи тунук. Сохтани тасвир бо линза.....	146
§ 52. Ҳалли масъалаҳо	148
§ 53. Кори лабораторӣ . Муайян кардани қувваи оптикии линза	150
§ 54. Асбобҳои оптикӣ	151
§ 55. Чашм ва биниш	154
§ 56. Ҳалли масъалаҳо	156
§ 57. Гелиотехника. Истифодаи энергияи офтоб дар Ўзбекистон	158
Супоришҳои тестӣ оиди такрори боби V	160
Ҳулосаҳои муҳим аз рӯи боби V	162

МАНЗАРАИ ФИЗИКИИ ОЛАМ. ТАРАҚҚИЁТИ ФИЗИКА-ТЕХНИКА

§ 58. Манзараи ягонаи физикии олам	164
§ 59. Тараққиёти физика ва техника. Тадқиқотҳои соҳаи физика дар Ўзбекистон ...	166

HABIBULLAYEV PO‘LAT QIRG‘IZBOYEVICH,
BOYDEDAYEV AHMADJON,
BAHROMOV AKBAR DALABOYEVICH,
SUYAROV KUSHARBAY TASHBAYEVICH,
USAROV JABBOR ESHBEKOVICH,
YULDASHEVA MOHIDILXAN KAMALDJANOVNA.

FIZIKA

*Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining
9-sinfi uchun darslik*

Uchinchi nashr

(Tojik tilida)

Мутарчим *Т. Мутаваллиев*
Муҳаррирон *Ҷ. Эшонқулов, А. Раҳимов*
Муҳаррири бадеӣ *Ш. Мирфаёзов*
Муҳаррири техникӣ *Х. Хасанова*
Мусахҳех *Т. Мутаваллиев*
Саҳифабанди компютерӣ *У. Валиҷонова*

Рақами литсензияи нашриёт АИ №290. 04. 11. 2016.

Ба чопаш 12.07. 2019 иқозат дода шуд.

Андозаи 70 x100¹/₁₆ Times New Роман гарнитура.

Чопи офсетӣ. Чузъи чопии шартӣ 14,3 Чузъи нашрию хисобӣ 12,5

Адади нусха нашр. Супориши

Дар хонаи эҷодии таъбу нашри “Ғафур Ғулом”-и Оҷонсии иттилоот ва
коммуникатсияҳои оммавии назди маъмурияти

Президенти Ресубликаи Ўзбекистон, Тошканд 100128, кўчаи

Лабзак, 86 чоп шудааст.

Чадвали нишондиҳандаи ҳолати китоби ба ичора додашуда

Т/р	Ному насаби хонанда	Соли хониш	Ҳолати китоб хангоми гирифтани	Имзои роҳбари синф	Ҳолати китоб хангоми супоридан	Имзои роҳбари синф
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Китоби дарси ба ичора дода шуда, дар охири соли хониш чадвали болоӣ аз тарафи роҳбари синф дар асоси меъёрҳои зерин пур карда мешавад:

Нав	Ҳолати китоби дарси хангоми бори аввал супоридан.
Хуб	Муқовааш бутун, аз қисми асосии китоби дарси ҷудо нашудааст. Ҳамаи варакҳои ҳаст, надаридааст, ҷудо нашудааст, дар саҳифаҳо навишт ва хатҳо нест.
Қаноатбахш	Муқова қач шудааст, қанорҳои қоҳида, яқчанд хатҳо қоҳида, ҳолати аз қисми асосии ҷудошавӣ дорад, аз тарафи истифодабаранда қаноатбахш таъмир шудааст. Варакҳои ҷудошуда аз нав таъмир гашта, дар баъзе саҳифаҳо хат қоҳида шудаанд.
Ғайриқаноатбахш	Муқова хат қоҳида шудааст, даридааст, аз қисми асосии ҷудо гашта- аст ё қи умуман нест, ғайриқаноатбахш таъмир шудааст. Саҳифаҳо дарида, варакҳо намерасанд, хат қоҳида, ранг карда шудааст, китоб барқарор карда намешавад